This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

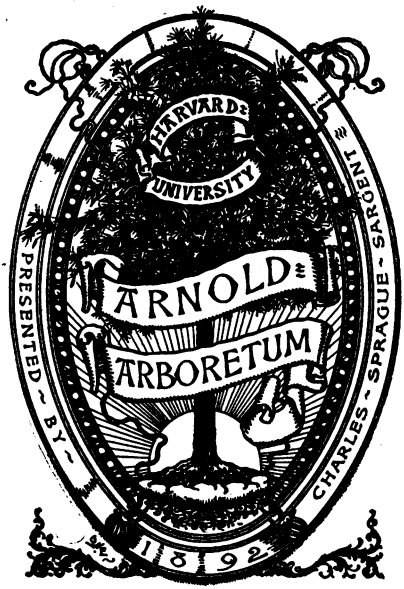
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Tn
H86.3

JP



DEPOSITED AT THE
HARVARD FOREST
1943

RETURNED TO
MARCH, 196

Librairie J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, 19, rue Hautefeuille, PARIS

Dictionnaire de l'Industrie

Illustré de nombreuses figures intercalées dans le texte

Matières premières — Machines et Appareils
Méthodes de fabrication — Procédés mécaniques — Opérations chimiques
Produits manufacturés

Par JULIEN LEFÈVRE

[illegible]

(899), 1 vol. gr. in-8 de 924 pages à 2 colonnes, avec 617 figures.

Broché sous couverture en simili-japon gaufré..... 25 fr.
Relié demi-maroquin..... 30 fr.

L'industrie s'est profondément modifiée depuis 25 ans, grâce aux efforts constants et soutenus d'une élite d'hommes instruits, entreprenants et toujours à la recherche de perfectionnements nouveaux. La France, l'Allemagne et l'Angleterre se sont partagé jusqu'à présent les différents marchés du monde. Mais d'autres peuples, les États-Unis et la Russie, commencent à entrer en lice et, grâce à leurs richesses naturelles immenses, sont appelés à prendre une place prépondérante.

Pour assurer la vitalité de notre industrie nationale, il faut que les industriels se tiennent de plus en plus au courant de la science et spécialement de ses applications chimiques, mécaniques et électriques.

Ce Dictionnaire contient, sous une forme claire et concise, tout ce qui se rapporte à l'industrie : *matières premières* qu'elle utilise, *machines et appareils* qu'elle emploie pour les transformer, *méthodes de fabrication*, *procédés mécaniques* ou *opérations chimiques* auxquels elle doit avoir recours, enfin *produits manufacturés* que le commerçant lui demande pour la consommation nationale aussi bien que pour l'exportation.

L'industrie embrasse aujourd'hui un champ si vaste que l'auteur a dû compulser un grand nombre de traités et de journaux techniques, français et étrangers, souvent même recourir aux industriels pour obtenir les renseignements spéciaux sur chaque industrie.

M. J. Lefèvre était bien préparé à cette lourde tâche par les nombreux ouvrages scientifiques et industriels qu'il a déjà publiés.

Précis d'Hygiène industrielle, comprenant des notions de chimie et de mécanique, par le Dr Félix BRÉMOND, inspecteur départemental du travail, membre de la Commission des logements insalubres. 1899, 1 vol. in-18 jésus de 24[illegible] pages, avec [illegible] fig. à fr.

Librairie J. B. BAILLIÈRE ET FILS, 19, rue Hautefeuille. PARIS

Dictionnaire d'Électricité

COMPRENANT

les Applications aux Sciences, aux Arts et à l'Industrie

Par JULIEN LEFÈVRE

DOCTEUR ÈS SCIENCES, AGRÉGÉ DES SCIENCES PHYSIQUES
PROFESSEUR AU LYCÉE DE SARTHE

DEUXIÈME ÉDITION MISE AU COURANT DES NOUVEAUTÉS ÉLECTRIQUES

Introduction par E. BOUTY

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

1888. 1 vol. gr. in-8 de 1150 pages à 2 colonnes avec 1250 fig. 25 fr.

Le *Dictionnaire d'Électricité* de M. J. Lefèvre est une véritable encyclopédie électrique où le lecteur trouvera un exposé complet des principes et des méthodes en usage aujourd'hui, ainsi que la description de toutes les applications scientifiques et industrielles.

Le *Dictionnaire d'Électricité* présente sous une forme claire et concise des renseignements sur la terminologie électrique, comme aussi l'exposé des connaissances actuelles en électricité.

C'est le seul ouvrage de ce genre qui soit au courant des découvertes les plus nouvelles et qui fasse connaître les appareils et les applications qui se sont produits récemment, tant en France qu'à l'Étranger.

On y trouvera, en fait de nouveautés, au point de vue théorique, l'étude des ondulations électromagnétiques, celle des courants de haute fréquence, et l'exposé de la découverte des champs tournants et des courants polyphasés. Au point de vue des applications, on trouvera dans cette nouvelle édition toutes les nouveautés relatives au chauffage électrique, à la traction et aux locomotives électriques, à l'éclairage, au théâtrophone, etc.

Pour faire un bon dictionnaire d'électricité, il ne suffisait pas d'être un *électricien* : il fallait avant tout faire œuvre de professeur et savoir trouver dans chaque article la matière d'une petite monographie, claire, concise, et le plus possible indépendante des autres. M. Julien Lefèvre, bien connu comme un chercheur consciencieux et un professeur intelligent, offrait à cet égard des garanties sérieuses, et se trouvait désigné, d'autre part, par son habitude de l'enseignement technique. Il a parfaitement réussi.

Toute la partie technique du *Dictionnaire* est traitée avec un soin scrupuleux et un grand luxe d'informations.

La multiplicité des gravures, leur choix, leur parfaite exécution contribuent pour une bonne part au succès de cet ouvrage, tant auprès du grand public que chez les hommes spéciaux auxquels il sera plus particulièrement indispensable.

ENCYCLOPÉDIE TECHNOLOGIQUE ET COMMERCIALE

1

Le Bois

ENCYCLOPÉDIE TECHNOLOGIQUE ET COMMERCIALE

Par E. D'HUBERT

DOCTEUR ÈS SCIENCES
PROFESSEUR A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE COMMERCE DE PARIS
EXAMINATEUR A L'INSTITUT COMMERCIAL

Collection nouvelle en 24 vol. in-16 de 100 p. avec fig., cart. à 1 fr. 50

Souscription aux 24 volumes..... **32** fr.

I. — LES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION ET D'ORNEMENTATION

1. — Le bois et le liège.
2. — Les pierres, les marbres, les ardoises, le plâtre.
3. — Les chaux et ciments, les produits céramiques.
4. — Les verres et cristaux, le diamant et les gemmes.

II. — LA MÉTALLURGIE

5. — Les minerais, les métaux, les alliages.
6. — Les fers, fontes et aciers.
7. — Les métaux usuels (cuivre, zinc, étain, plomb, nickel, aluminium).
8. — Les métaux précieux (mercure, argent, or, platine).

III. — LA GRANDE INDUSTRIE CHIMIQUE

9. — Les matières premières (eau, glace, combustibles).
10. — Les matières éclairantes (pétrole, gaz d'éclairage, acétylène).
11. — Le sel marin, les soudes, les potasses.
12. — Les acides chlorhydrique, sulfurique, azotique. L'eau de Javel.

IV. — LES PRODUITS CHIMIQUES

13. — L'oxygène, les acides, l'ammoniaque, les aluns, les vitriols.
14. — Le salpêtre, les explosifs, les phosphates et les engrais, le phosphore et les allumettes.
15. — Les couleurs, les matières colorantes.
16. — Les parfums, les médicaments, les produits photographiques.

V. — LES PRODUITS INDUSTRIELS ANIMAUX ET VÉGÉTAUX

17. — Les corps gras, les savons et bougies.
18. — Le cuir, les os, l'ivoire, l'écaille, les perles.
19. — Les textiles, les tissus, le papier.
20. — Le caoutchouc, la gutta, le celluloïd, les résines et les vernis.

VI. — LES PRODUITS ALIMENTAIRES

21. — Les aliments animaux (viande, œufs, lait, fromages).
22. — Les aliments végétaux (herbages, fruits, fécules, pain).
23. — Les boissons (vin, bière, vinaigre, alcools, liqueurs).
24. — Les sucres, le cacao, le café, le thé.

4410-02. — Corbeil. Imprimerie Éd. Crété

LES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Le Bois

Le Liège

PAR

E. D'HUBERT

DOCTEUR ÈS SCIENCES

PROFESSEUR A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE COMMERCE DE PARIS

EXAMINATEUR A L'INSTITUT COMMERCIAL

Avec 31 figures

Le Bois

CARACTÈRES ANATOMIQUES, PHYSIQUES ET CHIMIQUES

ESSENCES LIGNEUSES, PRODUCTION

COMMERCE, CONSERVATION, UTILISATION

STATISTIQUE DES PRODUITS FORESTIERS

Le Liège

PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, rue Hautefeuille, près du Boulevard Saint-Germain

1902

Tous droits réservés

INTRODUCTION

Les produits contenus dans les végétaux sont de deux sortes; les uns constituent la matière vivante même et ses dérivés alimentaires, la sève, les sucres, les amidons, les corps gras; les autres sont des matières mortes dont les qualités mécaniques sont seules employées par le végétal, pour son soutien ou pour sa protection. Le bois est le plus important de ces derniers produits; il est utilisé par l'homme de manières bien différentes qui nous fourniront la division de son étude.

Après avoir défini le bois par ses divers caractères, anatomiques, physiques et chimiques, nous passerons en revue les principales essences ligneuses, en suivant une classification basée sur la pratique.

En possession des termes techniques, nous étudierons la production du bois, c'est-à-dire l'exploitation de la forêt, tant au point de vue technique qu'au point de vue commercial; cet exposé aura pour conclusion la connaissance du commerce des bois, de leur estimation, et principalement de leur conservation.

L'utilisation des bois fera l'objet de plusieurs chapitres en raison de la nature très diverse des principaux emplois; dans quelques applications, le bois est considéré seulement pour son carbone (bois de chauffage); dans d'autres, et ce sont les plus nombreuses, on a égard à ses qualités mécaniques (bois d'œuvre); enfin, la présence de la cellulose dans sa masse le fait rechercher pour certaines applications industrielles telles que la préparation de la pâte de bois, de la viscose, etc. (bois d'industrie).

Pendant son existence, et sans porter atteinte à leur vitalité, on peut soustraire à certaines essences quelques produits

utiles, soit ceux déposés à leur surface comme les écorces, soit ceux contenus à leur intérieur comme les latex et les résines. Formant une partie souvent très importante du revenu forestier, ces matières seront étudiées sous les noms de *Liège*, *Tan*, *Produits résineux*; ces deux derniers produits seront réunis, l'un à l'étude du cuir et du tannage, l'autre à l'étude de la résine et des vernis. La place toute particulière qu'occupent dans l'industrie les latex à caoutchouc et à gutta-percha nous permet de distraire leur étude de celle des produits des forêts pour constituer une étude spéciale. Une raison analogue nous fera joindre à d'autres fascicules l'étude des bois de teinture, et celle des produits accessoires tels que gommes, baumes, essences diverses.

Ainsi limitée, la connaissance des produits forestiers directs, bois, liège, nous permettra de rechercher si la forêt, qui est une formation végétale naturelle, doit être considérée comme une source de produits où l'homme puise selon ses besoins, ou bien si cette forêt peut devenir entre ses mains une formation culturale destinée à la production d'une matière déterminée. Cette dernière manière de concevoir la forêt paraît la plus conforme au progrès; elle est l'application de la mise en œuvre des forces créatrices naturelles sous la direction intelligente de l'homme.

LE BOIS

CARACTÈRES ANATOMIQUES DES BOIS

FORMATION ET CROISSANCE DES BOIS

Si nous faisons abstraction des végétaux inférieurs non vasculaires, tels que les Mousses, les Algues et les Champignons, toutes les autres plantes se présentent sous l'état herbacé ou sous l'état ligneux. Parmi ces plantes, dites vasculaires en raison des vaisseaux conducteurs de sève qu'elles contiennent, les unes ne possèdent pas de fleurs, ce sont les Cryptogames (Fougères), dont les formes arborescentes sont tropicales ou sub-tropicales. Les autres possèdent des fleurs, ce sont les Phanérogames, qui comprennent les trois grands groupes botaniques des Gymnospermes (Conifères), des Dicotylédones et des Monocotylédones; ces deux derniers groupes pouvant être réunis sous le nom d'Angiospermes, indiquant la présence d'un fruit clos.

Ainsi réduite, la classification des plantes nous laisse en présence de formes herbacées et de formes ligneuses, que l'on peut définir par les considérations suivantes :

Une plante, naissant de graine, présente bientôt une partie aérienne ou tige, terminée par un bourgeon, et une partie souterraine ou racine, terminée par un petit capuchon protecteur ou coiffe; les ramifications de ces deux principaux organes, sous les noms respectifs de branches ou de radicelles, possèdent les caractères de la tige ou de la racine. Ainsi

constituée, la plante s'accroît en longueur, souvent aussi en largeur.

L'accroissement en longueur résulte de l'activité d'une cellule, située sous les petites feuilles du bourgeon ou sous la coiffe, c'est-à-dire à l'extrémité réelle de la tige ou de la racine, et nommée cellule mère ou initiale. Douée d'un pouvoir de division très grand, cette initiale engendre des cellules filles, ou de première génération, qui constituent les parties nouvelles, sous le nom de tissus primaires. Ces tissus, suffisants pour la vie totale de la plante, forment dans leur ensemble la structure primaire, que possède tout végétal, et qui caractérise l'*état herbacé*. Reconnaissable à sa teinte verdâtre qu'elle doit à la chlorophylle, la tige herbacée est ordinairement souple, grêle et de courte durée ; elle ne peut être employée comme bois, malgré la présence à son intérieur des vaisseaux caractéristiques du bois, au sens botanique du mot.

Chez les Monocotylédones, qu'elles soient annuelles (Blé) ou vivaces (Palmiers), la structure primaire est persistante, elle ne se complique jamais, et la résistance des tiges est due, soit à une imprégnation de silice (paille des Céréales), soit à la présence de tissu dur (sclérenchyme) associé le plus souvent aux vaisseaux conducteurs de sève (Palmiers). L'absence de phénomènes d'accroissement des tiges selon leur largeur détermine la forme sensiblement cylindrique de celles-ci ; elles sont alors pleines, comme chez les Palmiers, ou fistuleuses, comme chez les Céréales ou les Roseaux.

Formation. — Chez les Dicotylédones (Chêne, Peuplier) et chez les Gymnospermes (Sapin), la tige prend l'aspect d'un tronc, la racine devient une souche, et la plante est dite *ligneuse*. Les phénomènes d'accroissement en largeur sont dus au travail de cellules rangées en un cercle, aussi bien dans la tige que dans la racine, capables de se multiplier activement et formant une assise génératrice nommée aussi *cambium*. Ces cellules, de première génération par rapport à la cellule initiale déjà signalée, engendrent des cellules de deuxième génération, dont l'ensemble constitue les tissus dits secondaires. On qualifie également de secondaire la disposi-

tion ou structure que présente la plante arrivée à cet état. De plus, le développement des tissus secondaires internes étant toujours accompagné de la formation de tissus secondaires externes constituant une écorce ou un liège de protection, on reconnaîtra un végétal à l'*état ligneux* à la présence d'une écorce brunâtre, et à la forme « tronc » de sa tige; cette forme résultant de l'accroissement continu des parties, les régions les plus âgées sont les plus larges, de sorte que le végétal entier peut être comparé à un double cône : l'un dressé est la tige, l'autre renversé est la racine; la même remarque est applicable aux branches et aux radicelles.

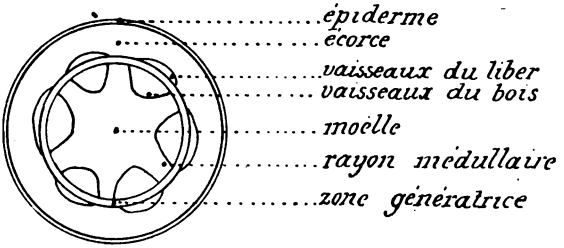
Les formations secondaires présentent seules de l'importance au point de vue des applications, et nous en ferons l'étude systématique, mais simplifiée.

Considérons une tige encore herbacée, de forme cylindrique, au printemps de sa première année de végétation; nous y constatons la présence (fig. 1) d'un épiderme, d'une couche de cellules molles formant le parenchyme de l'écorce; puis, plus en dedans, une figure en forme de roue laisse distinguer une moelle centrale et des rayons médullaires séparant des groupes de vaisseaux dont les uns sont vaisseaux du bois, les autres du liber. Dans cette figure, un cercle de cellules devient générateur, il prend le nom de zone génératrice interne (cambium); par sa position, il sépare la partie ligneuse de la partie libérienne des groupes vasculaires, et il traverse les rayons médullaires. La zone génératrice donne naissance, sur ses deux faces, à des tissus nouveaux (secondaires) qui se placent les uns contre les autres comme autant de couches emboîtées, la formation d'une couche se faisant annuellement (fig. 2 et 3).

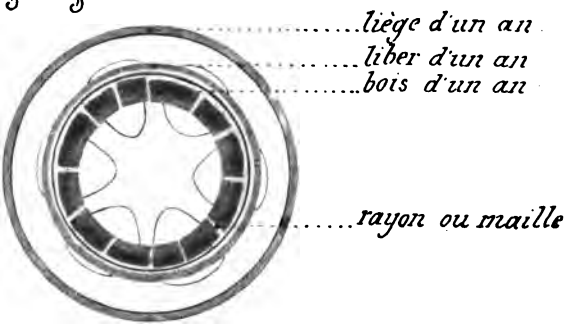
Ce travail d'accroissement débute ordinairement au printemps, il suit les variations de la nutrition de la plante; très actif dans les années humides, pour une nutrition abondante de l'arbre, il croît d'abord avec les années, atteint un maximum, puis décroît; il est du reste plus faible sur les branches que sur la tige.

La couche interne ligneuse des nouveaux tissus se constitue ainsi : au printemps, le cercle générateur produit une couche

Tige herbacée.



Tige ligneuse d'un an.



Tige ligneuse de deux ans.

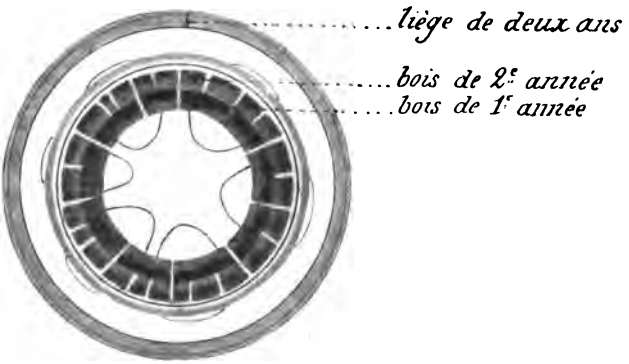


Fig. 1, 2 et 3. — Sections transversales de jeunes tiges.

de vaisseaux ou fibres du bois, d'assez grand calibre et contenant une sève abondante ; la section de ces vaisseaux montre que leur paroi est peu épaisse, tandis que leur cavité est large.

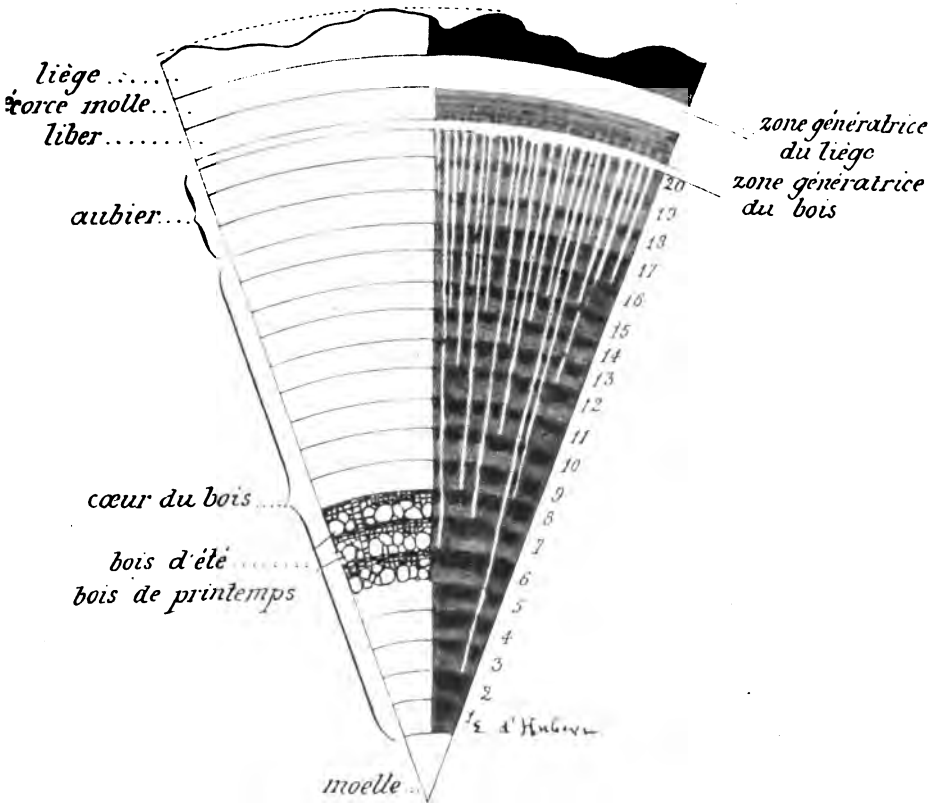


Fig. 4. — Section transversale d'une tige de vingt ans.

Cette couche se nomme le *bois de printemps* (fig. 4). Pendant l'été, la formation des vaisseaux se poursuit, moins active, et la sève y est moins abondante, surtout moins riche en eau ; la section des vaisseaux montre leur paroi épaisse, leur lumière

assez faible, et leur aplatissement. Cette couche, extérieure à

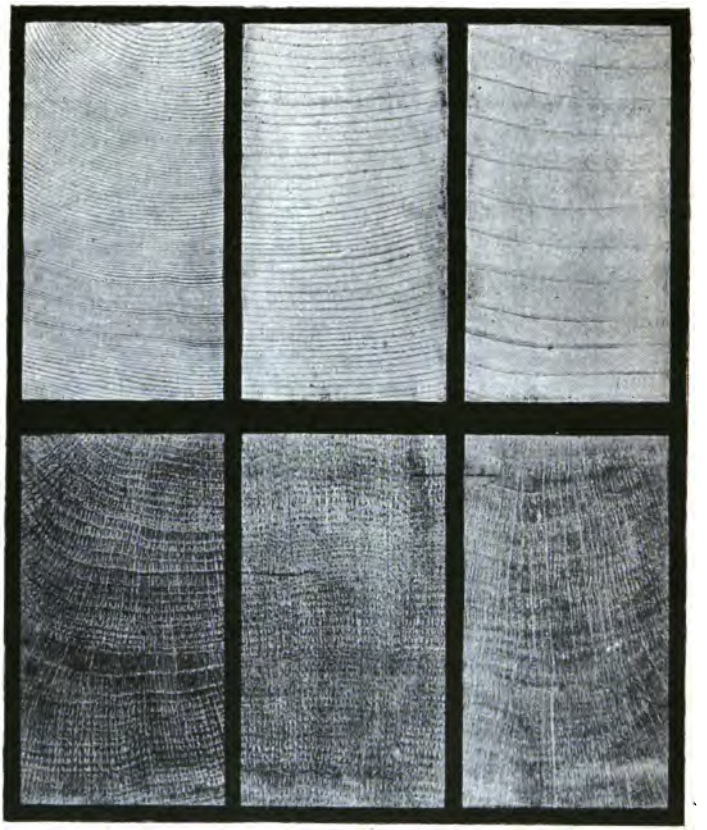


Fig. 5. — Types de bois de Chêne et d'Épicéa.

1, Épicéa (Chamounix, alt. 1 400 m.); 2, Épicéa (Grande-Chartreuse, alt. 1 360 m.); 3, Épicéa (Saint-Laurent, alt. 450 m.); 4, Chêne rouvre (Vosges, taillis sous futaie); 5, Chêne rouvre (Allier, futaie pleine); 6, Chêne pédonculé (Landes, arbre isolé). — Le n° 1 est en haut et à gauche). (Boppe et Jolyet).

la première, est le *bois d'été* (fig. 4). Pendant l'automne et l'hiver, ces formations subissent un arrêt, pour reprendre à la

saison suivante, avec les mêmes caractères; ainsi se trouvent voisines des couches ligneuses annuelles dont les parties en contact ont des caractères assez tranchés. Si à cela on ajoute les différences qui résultent de la coloration toujours plus intense des bois d'été, on aura la raison des apparences que présentent les coupes transversales des bois, ainsi que le montrent les figures 2, 3 et 4, où les couches ligneuses (nommées *cernes*) successivement formées se correspondent en grosseur.

Croissance. — L'épaisseur des couches ligneuses varie avec la plante et son habitat; ainsi, les Pins sylvestres de France ont des couches de 5 millimètres, ceux de la Finlande présentent des couches à peine visibles à la loupe; de même un Chêne isolé possède des couches cinq à six fois plus larges que les mêmes Chênes végétant dans une futaie pleine (fig. 5). En général, chez les essences résineuses (Conifères), l'augmentation d'épaisseur d'une couche est due à l'exagération du bois de printemps, léger et mou, tandis que chez les essences feuillues (Chêne), cette augmentation est due au bois d'été, lourd et nerveux.

Si on remarque l'influence de causes secondaires sur la valeur et l'importance des couches, on conclut que les couches ligneuses sont des documents certains sur l'histoire de la croissance et de la nutrition des arbres. Ainsi l'année 1893, dont l'été fut très sec, est inscrite dans les Hêtres (Haute-Saône) et les Sapins (Vosges) par une couche à peine égale au tiers des couches voisines; l'hiver de 1879-80 est cause de la diminution d'épaisseur des couches formées pendant les années suivantes; les invasions périodiques des Hannetons sont marquées par des couches minces ou même presque nulles. Au contraire, l'année qui suit celle où l'on réserve des arbres dans les taillis sous futaie est marquée par une couche épaissie; les années où abondent les pluies d'été sont aussi favorables à la croissance des ligneux.

Bois. — Les couches annuelles ligneuses servent, par leurs vaisseaux, à la conduction de la sève ascendante; elles ont tout d'abord une grande part à ce rôle; mais la formation des couches nouvelles, plus extérieures, amène la transformation des anciennes, dont la fonction disparaît vers la deuxième

ou la troisième année, quelquefois plus tard; la vie d'un ligneux est donc entièrement concentrée au voisinage de la couche génératrice, les tissus anciens étant vite frappés de mort et réservés au rôle mécanique de soutien. Cette transformation est heureusement celle qui communique au ligneux les qualités recherchées dans l'industrie, elle change le bois jeune, nommé *aubier* (fig. 4) en bois parfait ou *cœur*, nommé encore *duramen*. Le passage de l'état d'aubier à l'état de cœur ne se fait jamais chez le Buis, le Bouleau, l'Érable, dont le bois est toujours imparfait; il s'effectue vers la quinzième année chez le Chêne, vers la trente-cinquième chez le Hêtre, vers la quarantième chez le Frêne.

Tandis que l'aubier est blanchâtre ou jaunâtre (Buis), le cœur se teinte en la couleur propre du bois, souvent clair et jaune brunâtre (Chêne, Noyer), rosée (Poirier), quelquefois plus foncée et rouge violacée (Palissandre, Campêche), vert foncé (Gaïac) ou noir (Ébénier). Cette transformation est accompagnée de la disparition des éléments de la sève, eau, amidon, de l'incrustation des membranes, de leur infiltration par des matières dites ligneuses, par des colorants, même par des matières minérales, comme la silice (Teck). Tout cela est cause de l'augmentation de la densité et de la dureté des bois, c'est-à-dire cause de l'acquisition de leurs qualités principales.

Mailles. — Jusqu'ici, nous avons supposé les couches annuelles continues, et nous les avons figurées par des cercles concentriques; en réalité, ces couches présentent des interruptions disposées suivant des lignes rayonnantes, formées par du parenchyme mou et représentées par des lignes claires sur les figures 2 à 4. Ces rayons (secondaires) sont dès la première année en nombre égal à celui des rayons primaires, et ils correspondent à ces derniers; dans les années suivantes, et tandis que les rayons existants se prolongent, des rayons nouveaux se constituent, divisant les couches nouvelles en compartiments de plus en plus nombreux, de telle sorte que le rapport entre leur importance et celle des compartiments est sensiblement conservé; cela est en rapport avec le rôle des rayons qui sont des tissus perméables réservant les com-

munications pour la nutrition entre les parties centrales et les parties périphériques des troncs. Le nombre de ces rayons est d'environ, par millimètre, de 8 dans l'Épicéa, 13 dans le Chêne, 16 dans l'Aulne ; ils sont très nombreux et étroits chez les résineux, le Buis, le Marronnier.

La nature des tissus des rayons est cause de la moindre résistance des lignes suivant lesquelles ils sont dirigés, et la fente d'un tronc se fait toujours selon les grands rayons; on les nomme *mailles*, et on les suit dans le débit de certains bois (merrains), de façon à ne pas couper le fil du bois.

Liber. — Les couches ligneuses annuelles se plaçant les unes sur les autres, la zone génératrice, qui les enveloppe toujours, s'agrandit progressivement; cette zone, active sur sa face externe, produit en dehors d'elle, et de même façon qu'en dedans, des tissus nouveaux (secondaires), qui, sous le nom de *liber*, servent à la conduction de la sève sucrée principalement de haut en bas; on sait par exemple que la décortication trop profonde d'un tronc affame les branches placées au-dessous de la blessure faite. Le liber ainsi formé présente les dispositions décrites pour le ligneux, c'est-à-dire l'arrangement en couches annuelles concentriques et le recoupement de ces couches par des rayons nommés *petits rayons*. Mais ici, les parois des vaisseaux libériens sont simplement cellulosiques, par suite sans résistance, et à mesure que la sève quitte les vaisseaux anciens, la turgescence qu'elle occasionnait disparaît et les vaisseaux s'oblitèrent, puis sont comprimés vers les tissus extérieurs. Le résultat de cette compression est la disparition graduelle des couches libériennes les plus externes, par suite les plus anciennes, tandis que les plus récentes forment de petites plaques d'apparence cornée, les plus jeunes seules étant actives, gorgées de sève, et celles-ci avoisinent la zone génératrice. Tout cet ensemble, dont l'importance est beaucoup plus faible que celle du ligneux (fig. 4), est souvent réuni avec l'écorce molle et même le bois jeune sous le nom d'*aubier* ou *défourni*, à l'extérieur du *franc bois*.

Liège. — Pendant que ces transformations s'accomplissent à l'intérieur des tiges, les tissus extérieurs que nous a

montrés la structure primaire se modifient ainsi. La mince couche de parenchyme mou qui forme l'écorce (au sens botanique du mot) persiste en s'agrandissant, mais son importance relative décroît, puisque les tissus environnants seuls subissent de notables accroissements. Sous l'épiderme, et aux dépens des cellules de l'écorce molle, un second cercle générateur prend naissance; il peut être nommé assise génératrice externe (fig. 4) ou deuxième cambium; son rôle est de constituer un tissu superficiel, de protection, suppléant l'épiderme dont la durée est éphémère. La zone génératrice externe fonctionne comme la première zone interne, produisant des tissus sur ses deux faces; mais à l'inverse de ce que nous avons observé, les nouvelles productions sont beaucoup plus importantes et plus épaisses à l'extérieur qu'à l'intérieur. Il serait sans intérêt de signaler ici les quelques rangées cellulaires qui sont ainsi produites dedans la deuxième zone génératrice, car ces nouvelles formations, molles comme tous les parenchymes, viennent simplement s'ajouter au parenchyme cortical (primaire), et l'ensemble de ces tissus est toujours très peu épais; on le réunit souvent à l'aubier.

Au contraire, à l'extérieur, la deuxième zone génératrice produit des tissus de surface, protecteurs, que l'on nomme *liège* ou *écorce* (sens ordinaire du mot) et dont l'importance est grande pour l'arbre, grande souvent aussi pour l'industriel. Les couches successives du liège ou *suber* s'étagent les unes sur les autres, comme l'ont fait les couches ligneuses annuelles; elles sont formées de cellules, dont la paroi est subérifiée, c'est-à-dire imprégnée de subérine, matière analogue à la cutine des épidermes et jouant le même rôle protecteur par rapport aux tissus sous-jacents. Quand les membranes cellulaires subérifiées sont minces, le tissu subéreux est mou ; quand ces membranes sont épaisses, ce tissu est dur, et le plus souvent les couches molles et dures alternent; il en est ainsi dans la tige du Bouleau, du Chêne liège, de l'Érable champêtre.

Le premier cas que nous ayons à connaître est celui où l'assise génératrice du liège conserve très longtemps ses propriétés. Alors l'aspect de la surface de l'arbre dépend de

l'épaisseur et de la cohésion du liège; l'écorce du Saule blanc est une couche mince et lisse de cellules plates; celle des Hêtre, Charme, Platane, Prunier est un peu plus épaisse; dans le Bouleau, à partir de la cinquième année, il se fait une alternance de cellules plates épaissies et de cellules larges à parois minces qui se déchirent, tandis que les premières s'exfolient. Dans certains Érables, dans les Chênes-liège, la couche de liège peut atteindre plusieurs centimètres, elle est composée de cellules larges à parois minces et subdivisée en zones concentriques annuelles par quelques assises de cellules plates; à l'origine, elle est creusée de sillons, parce que la production du liège est plus abondante le long de certaines lignes, et ces sillons s'approfondissent de plus en plus, ce qui fait nommer l'écorce *crevassée*.

Le deuxième cas est celui où l'assise génératrice du liège cessant de fonctionner, il se fait une nouvelle assise plus intérieure, puis une troisième, et ainsi de suite avec les années; les tissus (liège) produits par une assise, isolant du centre de la tige les lièges précédemment formés, ceux-ci sont frappés de mort. La situation de plus en plus interne des assises génératrices successives cause la mort, non seulement des lièges anciens, mais des tissus (primaires) profonds jusqu'à la région libérienne, et même celle des couches libériennes annuelles (secondaires), ce qui amène une extrême simplification de la tige; c'est ainsi que, chez la plupart des arbres et à partir d'un certain âge, le tronc ne comprend plus guère, en dehors du bois (cœur et aubier), que l'assise génératrice du bois et le liège. Tous les tissus externes frappés de mort sont réunis sous le nom de rhytidome (botanique) ou écorce crevassée (vulgaire); s'ils persistent, ils doivent se crevasser pour suivre l'accroissement de l'arbre, comme dans le Chêne, l'Orme, le Robinier faux Acacia; s'ils sont caducs, ils forment chaque année une série de plaques (Platane, Pommier) ou de feuillets (Vigne). Le transport dans une région plus profonde de la zone génératrice du liège se fait la première année dans le Robinier, la troisième dans l'Orme, la cinquième dans le Bouleau, la huitième dans le Pin, la quinzième dans l'Aulne et seulement la vingt-cinquième dans le Chêne. Nous verrons

(p. 88) comment l'industrie utilise la propriété que possède le Chêne-liège de renouveler sa couche de liège à un âge avancé.

Remarquons que tout ce qui vient d'être dit à propos de la tige peut être reproduit pour la racine, à la condition de noter les variantes que présentent les formations quant à certaines de leurs propriétés ; ainsi, les bois des souches, de tous points comparables à ceux des troncs, sont noueux, contournés, irréguliers, au lieu d'être de fil ; et les tissus subérifiés (rhytidome ou écorce crevassée) forment le plus souvent une croûte de plus en plus épaisse à la surface de la racine, pour son efficace protection.

CARACTÈRES PHYSIQUES DES BOIS

Couleur. — Les tons que présentent les bois sont très variés, ils sont clairs pour les bois dits tendres ou blancs, et passent du jaune, au rose, rouge, brun, violet et même noir pour certains bois durs ou exotiques. La couleur doit varier insensiblement du cœur de la bille jusqu'à l'aubier, celui-ci étant plus clair et souvent blanc. La courte monographie des essences (p. 26) nous fournira l'occasion de fixer la couleur de chacune d'elles.

Dureté. — Les bois se rangent assez bien en bois tendres et bois durs ; les uns, à tissu lâche et peu dense, ont cru rapidement ; les autres proviennent d'arbres à croissance lente et leur dureté peut être très grande (*Gaïac, Bois de fer*). En général, la dureté augmente avec la densité, elle est plus grande à la base d'un arbre qu'à son sommet.

Densité. — Le ligneux étant une matière poreuse, la densité réelle est difficile à connaître, cependant elle est uniforme dans les bois ; ainsi nous verrons qu'une traverse de Chêne et une traverse de Pin débarrassées de la sève par injection présentent le même poids. La densité du bois, tel quel, est au contraire très variable, depuis 1,35 pour le Grenadier, le Gaïac, jusqu'à 0,9 pour le Chêne, 0,7 pour le Pin, 0,4 pour le Peuplier (le liège 0,2).

Aspect et grain. — Dans les emplois où les qualités

mécaniques du bois sont moins importantes, on tient grand compte de l'aspect des bois et de la facilité de leur travail. Ces deux qualités sont en rapport étroit avec la nature, la dimension et la coloration diverses des veines, celles-ci étant parallèles dans les bois dit *de fil*, diversement contournées dans les bois ordinaires, onduleuses dans les bois dits *ondés* ; les mailles, qui apparaissent en zones claires, forment un réseau complémentaire dont les lignes recoupent le réseau des veines en ajoutant à l'effet (Chêne). La présence des nœuds ou leur voisinage cause un contournement des veines, et produit des effets recherchés (bois de ronce). On augmente les dessins et l'éclat des bois en les polissant et en les recouvrant d'une mince couche de cire ou de vernis transparent (vernis au copal).

Le grain des bois est lâche ou serré, suivant la grosseur des éléments ligneux (bois tendres et bois durs), il est irrégulier ou régulier selon la différence entre le bois d'été et de printemps de chaque couche ligneuse ; ainsi, le Sapin, le bois blanc se fendillent facilement, donnant des échardes ; le Poirier, le Buis sont au contraire bien homogènes. Le travail des bois est d'autant plus facile que le grain est plus régulier, la coupe pouvant se faire à peu près également en tous sens, dans le sens du fil ou à contre-fil, même transversalement ; les bois de tournage sont dans ce cas.

Qualités mécaniques. — Les bois travaillent, dans les constructions, à l'écrasement, à la flexion, et aussi à la traction. Les qualificatifs de bois nerveux, souple, flexible, rappellent les conditions requises dans les applications.

La résistance à l'écrasement est, par centimètre carré, de 400 kilogrammes pour le Chêne)1), 700 pour l'Orme, 500 pour le Noyer et le Sapin. La résistance à la traction est, par centimètre carré, parallèlement aux fibres : 600 à 800 pour le Chêne (2), 800 à 900 pour le Sapin; perpendiculairement aux fibres : 160 pour le Chêne.

Action de l'eau. — Sous l'influence de l'humidité, les bois,

(1) Environ 7 000 pour la fonte et l'acier; 3 000, fer; 400 à 600, pierre; 50 à 150, briques.

(2) Environ 3 000 pour l'acier.

comme la plupart des matières organiques, gonflent et se déforment; leur allongement dans le sens des fibres est pratiquement nul, mais il est très grand dans le sens transversal. La dessiccation provoque l'effet inverse et produit des fentes longitudinales. Si l'on soumet à des conditions hygrométriques différentes les deux faces d'une lame de bois, celle-ci se voile, c'est-à-dire s'incurve en présentant sa face humide bombée. On utilise cette propriété pour courber les bois, sans détruire la continuité des fibres comme le fait le travail à la scie. La courbure des douelles de tonneau se fait par l'application simultanée du feu et de l'eau, celle des bois d'œuvre se fait, soit par la chaleur seule (à feu nu), soit après le ramollissement à l'eau bouillante, au sable chaud et mouillé, à la vapeur, par la mise en forme dans un moule où le bois sèche lentement.

CARACTÈRES CHIMIQUES DES BOIS

COMPOSITION CHIMIQUE DES VÉGÉTAUX

L'étude anatomique précédente a montré que les végétaux étaient formés de cellules susceptiles d'être groupées ainsi :

1° Le tissu de surface, nommé *épiderme* chez le végétal herbacé, *liège* chez le végétal ligneux ;

2° Le tissu intérieur mou, nommé *parenchyme*, et dont les variétés sont nombreuses ;

3° Le tissu intérieur résistant, destiné au soutien de la plante, à la conduction de la sève, et nommé *bois* ou *ligneux*.

Les cellules de ces tissus ont une composition chimique variable, mais présentant une moyenne. Chaque cellule possède un contenu, le protoplasme et ses dérivés inclus; un contenant, la membrane, dans la composition de laquelle entre toujours la cellulose.

Le protoplasme ou matière vivante est une substance albuminoïde très complexe, formée des éléments carbone, hydrogène, oxygène, azote, etc. Les dérivés protoplasmiques sont très nombreux, ils sont des constituants du végétal comme la chlorophylle ou matière verte des plantes, des subs-

tances alimentaires comme les glucoses, les sucres, l'amidon, l'aleurone, des produits de défense ou de déchet comme l'acide formique des Orties, les tannins, les sels minéraux, comme les latex ou laits végétaux (suc de l'Euphorbe).

Tous ces contenus cellulaires, réunis souvent sous le nom de *sève* sont dissous par l'eau ou l'eau chlorée ; ils disparaissent aussi par la fermentation naturelle que subissent les végétaux morts ; ils sont altérables et, soit par dessiccation, soit par tout autre procédé, on doit les transformer, même les enlever du végétal que l'on veut conserver.

La membrane cellulaire est formée de cellulose, et celle-ci peut exister seule dans les tissus mous ; mais, le plus souvent, la cellulose est associée à des matières qui la recouvrent ou qui l'imprègnent. Dans l'épiderme, la cellulose est recouverte de cutine ; dans le liège, elle est imprégnée de subérine ; dans les parenchymes, les membranes cellulosiques des cellules voisines sont unies au moyen de composés pectiques qui établissent les liaisons entre éléments et entre tissus ; dans le bois, la cellulose est imprégnée de plusieurs substances, quelquefois nommées matières incrustantes et désignées par les botanistes sous le nom de *lignine*.

Passons en revue chacune de ces matières, en indiquant pour chacune d'elles les propriétés susceptibles d'applications industrielles. (Dans cette étude, nous laisserons de côté la cutine, trop peu importante en quantité, et nous réserverons l'examen de la subérine, reporté au chapitre du liège.)

Cellulose. — La cellulose est un hydrate de carbone nommé en chimie *hexosane*. Pour bien comprendre ce qu'est cette fonction chimique, rappelons quelques propriétes des hydrates de carbone.

Sous ce nom, on réunit des corps à trois éléments : carbone, hydrogène et oxygène, dans lesquels la proportion de ces derniers éléments est la même que dans l'eau. Parmi ces corps, les plus simples, possédant une saveur sucrée, sont classés par le nombre des atomes de carbone que contient leur molécule en bioses, trioses, tétroses, pentoses et hexoses, c'est-à-dire sucres à 2, 3, 4, 5 et 6 atomes de carbone. Signalons les pentoses nommés arabinose (de la gomme arabique),

xylose (des bois), et les hexoses nommés glucose (du miel et des fruits), mannose (de la manne), galactose (du lait), fructuose (des fruits à pépins). Certains sucres ont dans leur molécule une fonction aldéhyde et sont réducteurs, ce sont les aldoses (glucose, galactose); d'autres possèdent une fonction cétone et sont dits cétoses (fructose). De plus, certains fermentent en donnant des alcools (glucose, mannose), d'autres ne fermentent pas, ainsi la xylose.

Tous ces sucres ont une propriété commune, celle de s'unir molécule à molécule en perdant de l'eau, et en fournissant des corps qui, tout en restant hydrates de carbone, possèdent des caractères différents : la saveur sucrée peut persister comme dans le maltose (du malt), ou disparaître comme dans l'amidon, la cellulose. Ces corps sont nommés pentosanes, hexosanes ou hexopentosanes selon qu'ils proviennent de l'union de pentoses, d'hexoses, ou de pentoses et d'hexoses. Très répandus dans les végétaux, les pentosanes et les hexosanes résultent de la puissance édificatrice de la plante, qui fait passer les hydrates de carbone simples, tels que l'aldéhyde formique (HCOH) produit au soleil par la chlorophylle, à des états de condensation de plus en plus grands, tels que le glucose ($C^6H^{12}O^6$), l'amidon et la cellulose, dont les formules sont des multiples de plus en plus élevés du groupement type ($C^6H^{10}O^5$).

Dans les végétaux, ces composés sont des aliments circulants pour ceux qui ont un petit nombre d'atomes de carbone (sucres); des aliments de réserve pour ceux qui sont le plus condensés (amidon), et des matières fixes ou incrustantes pour ceux dont le nombre des atomes de carbone est très élevé (cellulose, lignine).

Les transformations inverses de celles que nous avons signalées sont possibles, souvent même industriellement ; toutes se reproduisent par une hydratation, ou mieux une hydrolyse, effectuée par les acides, même par certains ferments. Elles seules renseignent utilement sur la nature des hydrates de carbone condensés, et cela laisse comprendre l'incertitude existant sur la fixation du multiple de $C^6H^{10}O^5$ représentant la cellulose, ainsi que la difficulté de discerner les produits associés à la cellulose dans les bois, ces produits étant du reste insolubles dans les dissolvants neutres ou don-

nant des dissolutions épaisses, de filtration et de purification impossibles.

La cellulose, dont nous prendrons pour exemple le papier de chiffon pur tel que le papier à filtres, ou le pépin de la datte, est une substance incolore, diaphane, assez résistante, quoique souple et flexible ; sa densité moyenne est 1,3. Insoluble dans l'eau qui la gonfle seulement, insoluble dans l'alcool et dans l'éther, elle se dissout dans la liqueur de Schweitzer (1) après un fort gonflement. Les oxydants faibles et froids ne l'attaquent pas, et ils peuvent servir à son blanchiment, mais ces mêmes oxydants (chlore, chlorure de chaux) concentrés et chauds la détruisent.

Les acides faibles et froids, de même que les alcalis (potasse), laissent la cellulose intacte ; les acides concentrés déterminent, par hydrolyse, la formation d'amidons (que l'iode colore en bleu, tandis qu'il ne colore pas la cellulose), de dextrines et même de glucose (sucre de bois, sucre de chiffons). La potasse fondue et chaude transforme la cellulose en acide oxalique. L'acide azotique étendu et chaud donne le même résultat, tandis que l'acide concentré et froid, mélangé d'acide sulfurique, donne des celluloses nitriques : coton-poudre ou fulmicoton ou pyroxyle, collodion, et des matières premières pour la préparation du celluloïd, de la soie artificielle.

Xylane, lignine, vasculose. — A la cellulose sont toujours associées dans les bois, dans la paille, des matières incrustantes qui se colorent en jaune-brun sous l'action combinée de l'iode et de l'acide sulfurique. Leur séparation est faite de la manière suivante. On traite la sciure de bois ou la paille lavée à l'eau et à l'alcool par la soude étendue, pendant deux jours ; on filtre. De la liqueur obtenue, l'alcool précipite des flocons blancs, la xylane (Allens et Tollens), et dissout la lignine que l'on précipitera plus tard en jaune. Du résidu obtenu, la liqueur de Schweitzer dissout la cellulose et laisse la vasculose (Frémy et Urbain).

(1) Cette liqueur, d'une belle teinte bleue, est préparée en faisant passer bulle par bulle de l'air dépouillé d'acide carbonique sur de la tournure de cuivre baignée par l'ammoniaque ; elle est une solution dans l'ammoniaque d'un oxyde cupro-ammonique (CuO,AzH^3).

Ces matières présentent les propriétés suivantes : la xylane ou gomme de bois est un pentosane, qui donne par hydrolyse le xylose, existant dans le sucre de bois. Les bois de Gymnospermes (Conifères) n'en contiennent que très peu, de sorte que leur saccharification fournit un sucre fermentescible, mélangé de glucose et de mannose, que la levure transforme en alcool. Les bois des plantes Angiospermes contiennent assez de xylane pour que le résultat de leur saccharification, glucose et xylose, ne donne pas économiquement l'alcool, ce dernier sucre ne fermentant pas ; la fabrication de l'alcool de bois, ainsi comprise n'est pas rémunératrice (nous entendons ici l'alcool éthylique ou vinique, non l'alcool méthylique ou esprit de bois).

La vasculose de Frémy est la plus importante des matières incrustantes (1) ; elle possède les propriétés du bois et sa proportion dans celui-ci est en rapport avec sa dureté et sa qualité ainsi que l'indique la liste suivante :

Nature du bois.	Proportion de vasculose.
Peuplier	18 p. 100
Buis	34 —
Ébène	35 —
Gaïac	36 —
Bois de fer	40 —
Cellules pierreuses des poires, noyau de la pêche, bois de la noix, noisette, noix de coco	60 —

La vasculose est insoluble dans l'eau, les dissolvants neutres et la liqueur de Schweitzer. Les oxydants la transforment en acides résineux, de même que les ferments de putréfaction. Les acides étendus non oxydants, les alcalis même bouillants ne l'attaquent pas ; elle se colore sous l'action de l'acide sulfurique concentré. Les alcalis fondus, de même que les alcalis concentrés agissant sous pression vers 130°, la transforment en acides résineux qui forment la matière première des papiers de bois et des papiers de paille.

Par distillation en vase clos, la vasculose donne de l'alcool

(1) La formule incertaine de la vasculose est $C^{36}H^{20}O^{16}$; cette matière ne serait donc pas un hydrate de carbone.

méthylique (esprit de bois) et de l'acide acétique (acide pyroligneux) ; comme la vasculose est abondante dans les bois lourds, on choisira de préférence ces essences pour la distillation (la cellulose fournit une partie de l'acide acétique). La vasculose est associée à certaines fibres textiles, et sa présence modifie les conditions de leur teinture, comme nous le verrons plus loin.

Autres matières contenues dans le bois. — En outre des matières qui constituent le bois et dont on tire parti en utilisant le bois lui-même, on trouve dans les végétaux un grand nombre de produits susceptibles d'une classification sommaire les groupant en gommes (gomme arabique et adragante), résines, baumes (térébenthines, colophane, baume de Tolu, copal), matières tannantes et matières colorantes (campêche, santal, etc.).

Les bois contiennent encore, principalement dans leurs parties jeunes où la sève est abondante, des sels minéraux à acides organiques, tels que oxalates, tartrates, acétates de potassium, mélangés à quelques sels calciques. L'incinération des bois fournit des cendres, cendres de forêt ou cendres de foyer, contenant principalement du carbonate de potassium. Par lixiviation, on retire de ces cendres les potasses naturelles nommées potasses des Vosges, de Russie ou d'Amérique.

L'examen sommaire de la composition des bois nous a fourni la liste d'un assez grand nombre de matières utiles qui font l'objet d'industries importantes, et que nous examinerons dans des fascicules spéciaux, désirant n'étudier ici que les produits qui utilisent le bois entier, tel ou à peu près tel que nous le fournit la forêt.

ESSENCES LIGNEUSES

Les qualités des bois sont peut-être aussi variées que les applications auxquelles on les destine, et une classification des ligneux doit avant tout être pratique ; nous les diviserons en cinq groupes en tenant compte de leurs qualités, de la présence de produits résineux à leur intérieur et aussi de leur origine ; ainsi, les quatre premiers groupes seront

relatifs aux bois d'Europe, le cinquième aux bois exotiques.

Nous relaterons dans le tableau suivant les noms des bois, leurs qualités et emplois, et nous marquerons d'un signe (*) les essences les plus importantes dont l'étude sera faite plus loin.

CLASSIFICATION DES BOIS

	Dens.	Couleur.	Qualités.	Emplois.
Bois durs.				
Chêne *.....	800	Jaune-brun.	Compact, solide, grain assez gros.	Charpente, menuiserie, travaux publics.
Frêne	800	Blanc à raies jaunes.	Lisse, grain moyen, flexible.	Ébénisterie, tournage.
Orme.....	760	Brun-rouge.	Fibreux, liant.	Charronnage, ébénisterie.
Châtaignier...	680	Blanc-jaune.	Résistant, flexible.	Menuiserie.
Noyer *.....	800	Gris-brun.	Fin, serré, liant, beau.	Menuiserie, ébénisterie.
Hêtre *.....	650	Fauve clair.	Serré, cassant.	Menus ouvrages, menuiserie.
Charme.....	750	Blanc.	Fin, serré, se fend.	Charronnage, marqueterie.
Bois blancs.				
Peuplier *... .	450	Blanc.	Léger, tendre, mou.	Ouvrages grossiers, layeterie.
Aulne.....	5 à 800	Blanc.	Léger, se coupe bien.	Pilotis, ouvrages ordinaires.
Bouleau.....	700	Blanc-rouge.	Très mou, flexible.	Remplace le peuplier.
Tilleul.....	650	Blanc-rouge.	Doux, soyeux, se coupe bien.	Sculpture.

	Dens.	Couleur.	Qualités.	Emplois.
Platane.....	700	Blanc fade.	Fin, se coupe bien, rappelle le hêtre.	Moulures.
Acacia.....	800	Jaune tendre	Nerveux, flexible, bien veiné.	Chaises, meubles, chevilles.
Érable.....	600	Jaune pâle.	Grain serré, joli.	Meubles, manches d'outils.
E. Sycomore..	600	Blanc.	Très joli, ondulé et veiné.	Ébénisterie, tournage.
Saule.....	420	Blanchâtre.	Souple (osier).	Peu employé.
Marronnier d'Inde.....	650	Blanc.	Filandreux, sans résistance.	Menus ouvrages.
Laurier.....	700	Blanc.	Souple.	Charronnage.

Bois fins.

Cormier.....	900	Brun-rouge.	Très fin, très dur, résiste à l'usure.	Outils, sculpture.
Poirier*.....	700	Brun-rouge.	Fin, serré, doux, liant.	Menus ouvrages, tour, sculpture.
Pommier.....	700	Brun-rouge.	Plus joli, moins bon que le poirier.	Idem.
Merisier.....	700	Roussâtre.	Assez dur, beau poli.	Idem.
Cornouiller....	750	Blanc-rouge.	Dur, serré, solide.	Peu employé.
Buis*.....	9 à 1300	Jaune-paille.	Dur, très fin, liant.	Tournage.
Prunier..... Alizier..... Amandier.....			Rappellent le poirier et le pommier.	Peu employés.
Houx.....		Beau blanc.	Dur, très fin, rappelle l'ivoire.	Marqueterie.
Olivier.....	940	Jaune.	Beau poli, joli.	Tabletterie.

	Dens.	Couleur.	Qualités.	Emplois.
Bois résineux.				
Sapin *	450 à 600	Blanc ou rouge.	Léger, élastique, sonore.	Menuiserie, bâtiment, layeterie.
Pin *	650 à 800	Jaune ou rouge.	Un peu plus dur que le sapin, odorant.	Idem, travaux publics,
Pitchpin			Variété de pin.	
Mélèze	660	Blanc.	Plus fin que le sapin, moins de nœuds.	Idem.
Cèdre	600	Rougeâtre.	Mou, se fend, très odorant.	Peu employé.
Cyprès	660	Roux pâle.	Serré, compact, odorant.	Menuiserie.
If	800	Beau rouge.	Dur et compact, après teinture imite l'ébène.	Ébénisterie, marquetterie.
Thuya	560	Rosé.	Grain fin, durable.	Ornementation
Bois exotiques.				
Acajou *	6 à 900	Jaune-rouge.	Solide, compact, se travaille bien.	Ébénisterie.
Palissandre	800	Brun violacé.	Dur, serré, odorant.	Idem, marqueterie.
Ébène	1100	Vert ou noir.	Dur, beau poli, très joli.	Idem.
Gaïac	1330	Jaune clair.	Très compact, dureté métallique, éclate.	Menus ouvrages, roulettes de lits.
Bambou		Jaune et brun.	Dur et ferme, nœuds.	Petits meubles.

	Dens.	Couleur.	Qualités.	Emplois.
Teck.....	700	Gris-brun.	Solide, grain serré, inaltérable.	Écluses, navires.
Santal.....			Aromatique.	Petits ouvrages coffrets.
Amarante.....			Dur, beau poli.	Marqueterie.
Bois de rose..			Idem., résineux odorant.	Idem.
Bois de violette.....			Sorte de palissandre.	Idem.

PRINCIPALES ESSENCES

Chêne. — Le bois des Chênes est l'un des plus estimés, ses fibres sont droites et serrées, sa section est jaune-brun et de teinte uniforme, son grain est fin ; le travail en est assez facile.

Les Chênes végètent dans les régions tempérées et même quelques-uns dans les régions tropicales. Ce sont des arbres robustes, d'une grande longévité, mais ne pouvant supporter le couvert des autres arbres ; la multiplication se fait par semis. Dans les terrains mous et humides, la croissance en est rapide, mais le bois est peu serré et peu durable. En outre de leur bois, ces arbres fournissent une écorce à tannin, des galles, du liège pour quelques-uns, et des glands.

Les principales espèces sont :

Le *Chêne pédonculé*, arbre des sols frais et profonds, pouvant atteindre 30 à 35 mètres de haut et 5 mètres de diamètre ; c'est une espèce de tempérament robuste, presque exclusivement européenne ; il forme, seul ou avec le Chêne rouvre, des forêts très étendues en France. Son bois assez nerveux est employé dans les constructions ; le Chêne pédonculé de Hongrie donne du merrain apprécié.

Le *Chêne rouvre* (de *robur*, fort) est un arbre rappelant le précédent, mais ses rameaux sont plus nombreux et tortueux, son feuillage plus vert ; il vit sur les collines, plateaux ou contreforts de montagne. Son bois est moins nerveux et reçoit les

mêmes emplois que celui du Chêne pédonculé. Ces deux bois fournissent un bon chauffage, on les vend sous le nom de *pe-ard*, quand ils ont été écorcés.

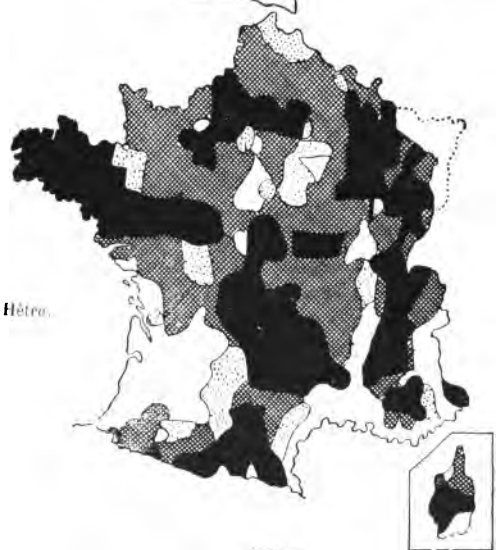
Le *Chêne tauzin* atteint seulement 20 mètres de haut sur 1 mètre de diamètre; il aime les sols siliceux et son aire s'étend des Pyrénées à la Loire, entre l'Océan et le méridien de Toulouse (fig. 6). On l'emploie pour traverses de voie ferrée et comme bois de feu. Son écorce est très riche en tannin.

Le *Chêne yeuse* ou *Chêne vert*, habitant la Provence et le nord de l'Afrique, est un arbre des sols calcaires, trapu; son bois est très dur, compact et peut prendre un beau poli. Il est peu employé (il abrite les truffières de Vaucluse).

Le *Chêne de Champagne*, le *Chêne de Hollande*, et le *Chêne des Vosges* sont les plus employés en construction et les plus recherchés par les menuisiers.

Noyer. — Les Noyers sont de beaux arbres des régions tempérées de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique du Nord; ils réussissent sur les sols frais, substantiels, même peu profonds, car les racines sont superficielles, ils préfèrent l'isolement. Le bois en est excellent, ses couches annuelles sont accentuées par la ligne foncée du bois d'automne; le grain est fin, le travail facile, la coupe se faisant bien dans tous les sens. Ce bois résiste peu aux efforts de flexion. On recherche la loupe de Noyer pour sa couleur et ses veines. Les emplois sont en ébénisterie, pour les meubles riches, et pour la confection de placages. Le Noyer d'Auvergne est plus estimé que le Noyer blanc.

Hêtre ou Foyard. — Le Hêtre est un arbre très important, pouvant atteindre 30 mètres de hauteur et plus d'un mètre de diamètre. Son aire géographique est très étendue, mais il ne dépasse pas la Méditerranée au sud (fig. 7); tous les terrains lui conviennent, cependant il préfère les sols calcaires et redoute les terres mouillées; c'est un arbre de plaine dans le nord et il arrive à 1 300 mètres dans les Vosges, 1 500 dans le Jura et 1 600 dans les Alpes, recherchant la fraîcheur. Le bois de Hêtre est rosé, à couches annuelles peu distinctes, à mailles bien dessinées; il se conserve très bien dans les endroits secs. On l'emploie pour ouvrages ordinaires de menuiserie, ébénis-



dominant — *rare*

subordonné — *très rare ou nul*

Fig. 6. — Distribution du Chêne Tauzin (Boppe et Jolyet).
Fig. 7. — Distribution du Hêtre (Boppe et Jolyet).

terie, tournage, layeterie, et pour les sièges communs. Il est un des meilleurs bois de feu et donne du charbon estimé.

Le *Charme* dont l'aire de végétation est assez étendue en France (fig. 8) est moins employé que le Hêtre.

Peuplier. — Les Peupliers sont des arbres de grande taille habitant les régions tempérées et froides de l'hémisphère boréal ; ils recherchent les endroits humides et le bord des cours d'eau. Ils ont une croissance rapide, et vivent rarement plus de cent ans ; leurs racines sont traçantes et leur fût élancé. Le bois de Peuplier a un grain grossier, il est léger, un peu mou, peu élastique ; il ne résiste pas bien aux intempéries. Le charbon de Peuplier est léger, médiocre.

Tous donnent ce qu'on nomme le *bois blanc*, dont les usages sont nombreux : clôtures temporaires, caisses d'emballage, meubles grossiers, voliges pour toitures, jouets, etc. Les principales espèces sont : le *Peuplier blanc* ; le *Peuplier de Hollande*, qui fournit le meilleur des bois blancs ; le *Peuplier grisard*, dont les veines sont rouges et le cœur rose, qui est un bon bois pour boiseries ; le *Peuplier tremble*, dont les panneaux sont plaqués pour meubles ; le *Peuplier noir*, employé pour menuiserie et charpentes légères ; le *Peuplier d'Italie*, très léger et très bon marché, qui est un bois de layeterie.

Poirier. — Les Poiriers habitent les forêts ou les lieux incultes des régions tempérées de l'hémisphère boréal ; ils croissent lentement et peuvent vivre plusieurs siècles. Ils recherchent les sols siliceux et redoutent les sols calcaires. Les couches annuelles ligneuses sont peu distinctes, et ne comportent pas de mailles ; le grain du bois est d'une excessive finesse, très homogène ; le bois est doux, liant, il se coupe bien dans tous sens, prend un beau poli et imite l'ébène par teinture en noir. Le Poirier cultivé est le plus recherché pour la sculpture, le tournage, l'ébénisterie de luxe, les règles et équerres.

Buis. — Le Buis est un petit arbre de 6 à 8 mètres de haut, végétant principalement sur les sols calcaires ; on le trouve très abondant dans les Pyrénées, le Languedoc, le Dauphiné, le Jura, la Corse, aussi dans l'Europe tempérée et l'Afrique du Nord. Son bois est jaune-citron, de grain serré,

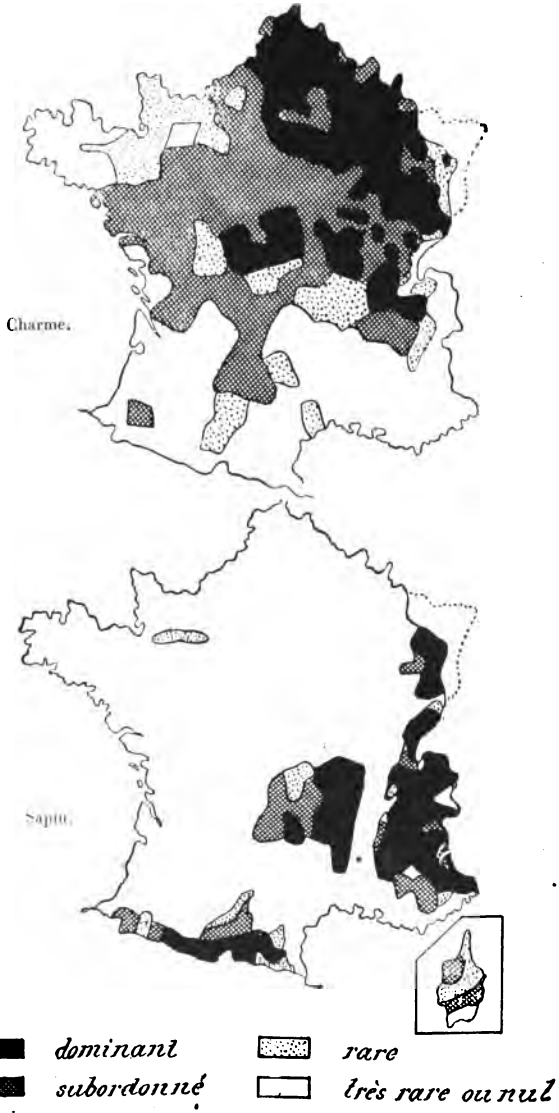


Fig. 8. — Distribution du Charme (Boppe et Jolyet).
Fig. 9. — Distribution du Sapin (Boppe et Jolyet).

uniforme; les couches annuelles sont très petites et à peine visibles. C'est le premier des bois de gravure et de tour (billes, jeux). On recherche le bois de souche et surtout les loupes, dont on détermine la formation pour avoir des pièces d'un grand diamètre. Le *buis de France* est rabougri; celui d'Espagne (Pyrénées) est droit et sans nœuds, mais sans loupe.

Sapin. — Les Sapins forment des vastes forêts, pures ou mélangées, dans les régions froides et tempérées de l'hémisphère boréal; ils croissent assez vite à partir de la dixième année, et vivent plusieurs siècles.

Ils prospèrent dans les Vosges jusqu'à 1 100 mètres, 1 300 dans le Jura, 1 700 dans les Alpes et 2 000 dans les Pyrénées (fig. 9); ils acceptent tous les terrains, s'ils sont meubles, frais et profonds ou fissurés. Les dimensions maxima de l'arbre sont 40 mètres de hauteur et 2 mètres de diamètre. Le bois de Sapin est peu résineux, très élastique, très résistant comme bois debout, aussi est-il recherché pour la charpente et les constructions; il brûle avec flamme, mais donne peu de chaleur. Les principales espèces sont :

Le *Sapin commun*, blanc, noueux, dont les nœuds sont faciles à détacher; il sert en grosse menuiserie et en layeterie.

Le *Sapin du nord* ou *Sapin de Norvège*, se présentant sous deux variétés : le *Sapin rouge*, le plus estimé, solide, beau, serré, se coupe bien ; il fournit la menuiserie de bâtiments; le *Sapin blanc*, dont les veines sont rouges, moins bon.

Le *Sapin de Lorraine* et le *Sapin d'Auvergne*, que l'on emploie par économie.

Pin. — Le Pin est un arbre des régions tempérées et froides de l'hémisphère nord; il est une essence de lumière, robuste. On distingue :

Le *Pin Sylvestre* dans les Vosges, le Plateau central, les Alpes, les Pyrénées ; il aime les sols meubles, sablonneux. Il peut atteindre 30 mètres de hauteur, et $1^{m},05$ de diamètre; son bois est d'autant plus recherché que la croissance a été plus lente, d'où la préférence accordée aux Pins du Nord. Ce Pin n'est pas gemmé pour résine.

Le *Pin maritime*, qui forme les pineraies de la Sologne et *pignadas* des Landes de Gascogne, est un arbre de littoral, et

il a été introduit dans les Vosges et en Lorraine. Il ne vit que sur les sols siliceux et donne un bois lourd, sans souplesse, dont on fait les poteaux télégraphiques, les traverses de chemins de fer, les pavés, etc. Il donne un bon bois de feu. Son importance est dans la production de la térébenthine, par le gemmage, que nous étudierons dans le fascicule relatif aux résines et aux vernis. Rappelons son rôle dans la fixation des dunes.

Le Pin de montagne, le Pin d'Alep, le Pin laricio sont moins employés. Le Pin cembro sert à la confection des menus objets en bois sculpté dans les hautes vallées de la Suisse.

Acajou. — Le bois d'Acajou provient d'un arbre indigène de l'Amérique tropicale, le *Swietenia Mahogoni*, voisin des arbres donnant le bois de cèdre (ne pas confondre avec le vrai Cèdre), de la famille botanique des Méliacées. Le *Swietenia* est un très grand arbre des Antilles, de Cayenne, dont le bois jaune rougeâtre prend une belle teinte rouge en vieillissant ; le prix du bois augmente avec l'âge ; il est compact, bien veiné, il se travaille et se polit bien. La culasse des arbres fournit l'acajou ronceux; l'acajou moucheté et le chenillé sont très recherchés pour placage. On nomme acajou mâle ou vrai et acajou femelle ou faux les bois dont les vaisseaux sont obstrués par des matières incrustantes noires ou blanches. L'acajou est employé en ébénisterie, en placage, pour les meubles de luxe.

PRODUCTION DES BOIS

Parmi les végétaux qui croissent à la surface du sol, les uns conservent des dimensions restreintes et forment un tapis de verdure, les autres s'élèvent au-dessus des herbes, ils portent leur feuillage dans les airs et, sous le nom d'*arbres*, constituent les forêts. Les premiers végétaux sont surtout cantonnés dans les plaines, les derniers garnissent les plateaux, les collines et les pentes des montagnes.

Sous le couvert des arbres existants, la reproduction des essences forestières est assurée, et ce caractère, joint à la rusticité des arbres, est cause de la grande extension des forêts, à l'état sauvage, dans toutes les contrées. Ainsi abandonnée à elle-même, la forêt s'est constituée au moyen des essences les

mieux adaptées au sol, aux conditions climatériques, elle est formée d'espèces végétales placées dans leur aire naturelle de végétation ; de plus, aux formes arborescentes se sont unies des formes plus petites, vivant sous le couvert des premières, et le sol a acquis des qualités particulières. Par suite, on peut dire que la forêt est tout un ensemble harmonieux intéressant le sol, sa couverture de mousses, de ronces et de morts-bois, d'arbustes et d'arbres. Si l'on joint à cela l'influence de la forêt sur le climat, on a quelque idée de la diversité de l'étude d'une forêt sauvage ; or, cette étude est nécessaire, car la création, l'entretien et l'exploitation des forêts artificielles ne peuvent être qu'une imitation des créations spontanées de la nature.

La forêt sauvage ne se rencontre plus guère que dans quelques contrées du Globe, l'homme ayant été amené à découvrir de grands espaces pour y établir des exploitations agricoles, et ce même besoin a fait reculer les forêts aménagées sur les sols pauvres ou trop accidentés pour un travail agricole important. Des raisons particulières, telles que l'influence des enracinements profonds sur les sols ont conduit l'homme à couvrir de bois des espaces sableux trop meubles, ou des pentes raides soumises aux actions torrentielles, et cela en dehors de toute idée de rémunération par les produits végétaux.

FORÊT SAUVAGE

Les éléments de la forêt primitive sont très nombreux et divers, et pour les connaître, nous allons assister à l'établissement idéal d'une forêt.

Des graines, provenant de sujets fertiles déjà existants, se disséminent sur la terre ; elles germent et fournissent des pousses vigoureuses nommées des « *brins de semence* » ; suivons le développement de l'un d'eux, un Chêne par exemple. Tandis que sa racine s'enfonce de plus en plus, sa tige principale, à peine ramifiée, développe un gros bourgeon terminal qui l'élève rapidement ; bientôt la tige se garnit de rameaux, forts et nombreux, et ceux-ci se garnissent d'une abondante frondaison ; la vie du sujet se répartissant sur une plus grande masse, l'importance relative de la tige diminue, son bourgeon

terminal végète peu et elle ne grandit plus. Le sujet est devenu un *arbre*, il porte des fleurs, et par ses graines, fertilise l'espace qu'il couvre.

L'aspect d'un arbre dépend beaucoup de son état d'isolement ou de son voisinage, aussi distingue-t-on la forme spécifique de la forme forestière. La forme spécifique d'un arbre est celle qu'il développe dans les conditions normales, à l'état isolé; elle varie avec les essences, avec les sols, mais présente une moyenne. La tige principale, ramifiée dès le jeune âge, a perdu ses branches basses, celles qui sont dominées de bonne heure, et cela alors qu'elles étaient assez petites pour ne laisser que des cicatrices insignifiantes sur le tronc; à cette portion de la tige, du sol aux premières branches, on donne le nom de *fût* (fig. 9). Les parties supérieures de la tige, entourées des maîtresses branches et de leurs rameaux, se nomment la *cime* ou *houppier*; les branches qu'il contient sont assez puissantes pour résister au couvert des branches supérieures et elles vivent aussi longtemps que l'arbre. Arrivé à cet état, le sujet a une hauteur d'au moins 5 à 7 mètres, et son fût a environ un pied de diamètre (un mètre de tour), à hauteur d'homme. Si les dimensions du sujet sont inférieures aux mesures précédentes, on le nomme *arbrisseau*.

La forme forestière d'un arbre est celle qu'il développe au milieu d'autres végétaux; elle varie avec les essences et avec la nature des arbres voisins. Si le sujet est entouré d'arbrisseaux de hauteur moyenne, il se dégarnit des branches de hauteur inférieure et son fût s'allonge, tandis que sa cime s'élève en restant bien développée. Si le sujet croît dans un massif serré formé d'arbres de sa taille, il s'allonge de plus en plus, son fût dégarni prend des dimensions exagérées et sa cime reste grêle.

Sous le couvert des grands arbres, qui sont ordinairement des *essences de lumière*, se développe toute une flore qui comprend les jeunes végétaux de même espèce et aussi des essences différentes, de dimensions plus réduites, des arbrisseaux appartenant surtout aux *essences d'ombre*. L'établissement de cette végétation se fait de diverses manières; les graines tombées sur le sol fournissent les jeunes arbres, les

rejets et les drageons fournissent les arbrisseaux. Ces dernières productions prennent naissance dans des conditions particulières; lorsque le tronc d'un arbre est brisé, accidentellement ou par le fait de l'exploitation, il s'organise sur les parties restantes des bourgeons de rajeunissement qui donnent des *rejets de souche*, ces derniers formant une sorte de couronne ou *cépée* (fig. 10). Les *drageons* résultent du développement de bourgeons nés sur les racines saines de certains arbres (Orme, Peuplier tremble, quelques Chênes) et perçant le sol plus ou moins loin de la souche d'origine.

L'ensemble des arbres et des arbrisseaux forme un *peuplement*, et celui-ci peut être pur ou mélangé selon qu'il comporte une seule ou plusieurs essences constituantes. L'unité supérieure au peuplement est la *forêt*, dont la composition est souvent très complexe.

A l'abri des essences arbustives, le sol porte tout un ensemble de végétaux qui forment le *tapis végétal* (fig. 10), dont la composition dépend surtout de la nature du sol. Ainsi, dans les sols siliceux, s'établira un tapis de Genêts, d'Ajoncs et de Bruyères ; dans les sols argileux, on trouvera des herbes telles que Graminées, Carex, et quelques Mousses; mais la flore herbacée la plus riche s'établira dans les sols calcaires, où elle luttera contre les broussailles, les touffes de Buis ou d'Épines. Toutes les plantes du tapis végétal sont des espèces dites sociales, c'est-à-dire plantes vivant dans les mêmes conditions, acceptant le même milieu, luttant ensemble en s'accommodant du contact des voisines et excluant toute plante étrangère.

Sous ce triple abri formé par la frondaison des arbres, le feuillage épais des arbrisseaux et le tapis végétal, il est souvent difficile d'apercevoir le sol ; or celui-ci n'est pas nu, il porte une *couverture morte* (fig. 10), formée des débris végétaux tombés à sa surface, principalement de feuilles mortes, de brindilles, de débris et déchets animaux.

La couverture a un double rôle, physique et chimique; elle constitue peu à peu le *terreau*, puis la *terre à bois*, dont la fertilité est permanente. Par son origine, la couverture forme un revêtement souple, très aéré, susceptible d'arrêter les eaux de ravinement, d'absorber les eaux de pluie et aussi de retenir les

eaux d'évaporation ; elle est le régulateur de l'état d'humidité et de température des sols forestiers. Dans l'épaisseur de la couverture s'établit une florule d'infiniment petits, tels que

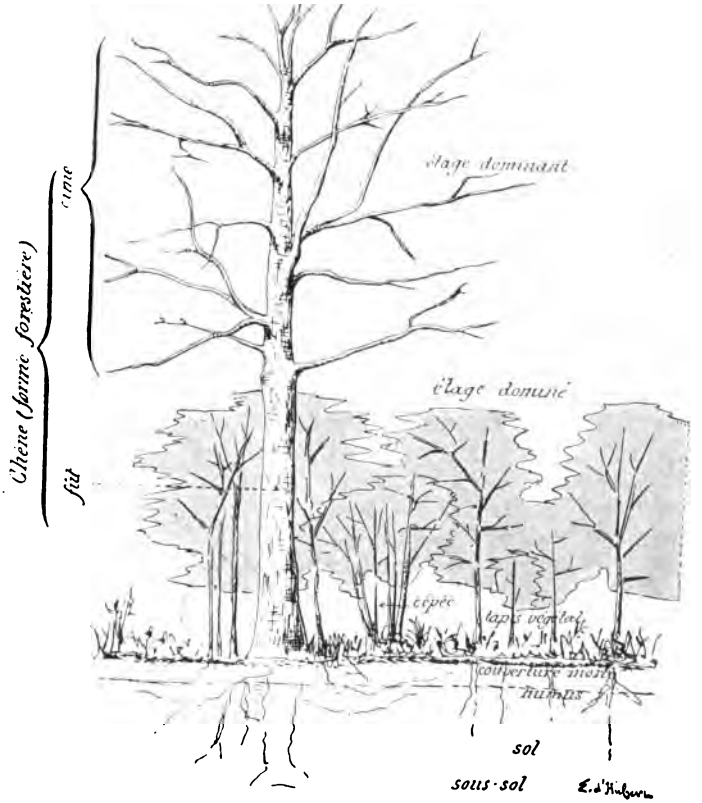


Fig. 10. — Éléments de la forêt.

ceux qui fixent directement l'azote de l'atmosphère, tandis que d'autres microorganismes dégagent l'acide carbonique aux dépens duquel les minéraux du sol sont solubilisés ; de plus, des animaux de diverses sortes, larves d'Insectes, Vers de terre,

déterminent un brassage des particules du sol, favorable au mélange de ses parties et à son aération. Ainsi, par ces actions complexes, se constitue un sol élastique, meuble, toujours fertile; on peut dire que la forêt fait elle-même sa fumure.

FORÊT AMÉNAGÉE

La forêt spontanée, composée de un ou plusieurs peuplements, renferme un mélange d'essences diverses, d'âges différents, dont l'exploitation est souvent difficile, et toujours assez irrégulière. Considérée comme capital, cette forêt donne donc un revenu très variable, faible, tandis que le capital subit des variations difficiles à connaître, dues par exemple à des conditions climatériques modifiées ou à des abus de jouissance. Ces raisons ont conduit l'homme à aménager les forêts par une série de traitements, comportant surtout la régénération et l'amélioration des peuplements.

Que le peuplement soit *pur*, c'est-à-dire formé d'une seule essence, ou *mélangé*, c'est-à-dire comportant plusieurs essences, le traitement comprend la détermination et le maintien du régime et de la forme du peuplement.

Le *régime* désigne le mode de régénération ; il se nomme régime de la *futaie*, si les arbres naissent de semis ; régime du *taillis*, si les drageons et les rejets sont leur origine. Le terme de futaie était autrefois employé pour désigner un ensemble de beaux arbres, ayant à hauteur d'homme un diamètre d'un pied (environ 3 pieds ou un mètre de tour); la définition actuelle concorde assez bien avec cette dernière, comme nous le verrons en étudiant l'évolution d'un semis.

Le régime du peuplement étant adopté, la conduite de son exploitation détermine sa forme. Étant donnée une série d'exploitation, vaste surface délimitée dans une forêt, découpons-la en surface plus petites, trente par exemple, et entretenons dans chacune d'elles des arbres de même âge, la première parcelle portant des arbres de un an, la deuxième de deux ans, et ainsi de suite ; nous exploiterons chaque année la parcelle des arbres âgés de trente ans, suivant une révolution de trente ans ; la parcelle découverte sera ense-

mencée. Nous aurons créé une *futaie régulière*. A la vérité, le couvert des grands arbres étant favorable à l'avenir des jeunes brins, l'ensemencement précède l'exploitation sur une parcelle.

Entretenons, au contraire, sur une même surface, des arbres de plusieurs âges tous nés de semence, et nous aurons la *futaie jardinée*. Nous jardinerons en enlevant chaque année les arbres de trente ans, au milieu des arbres d'âges très variés placés dans son voisinage.

Le régime du taillis comporte aussi cette double forme; il est une sorte de futaie, que l'on peut nommer, à cause de son origine, une futaie sur souche. Au *taillis régulier* ce terme est surtout applicable, tandis que le *taillis fureté* rappelle la futaie jardinée.

La difficulté de créer des dispositions types, futaies ou taillis, la nécessité de produire des bois destinés à des usages différents ont fait adopter assez généralement un mode de traitement mixte, le *taillis sous-futaie*, encore nommé *taillis composé* ; dans ce cas, des semis convenablement disposés dans un taillis (né de rejets), fournissent quelques unités de plus haute valeur et spécialement recherchées ; ce mode, très élastique, est suivi sur plus de 6 millions d'hectares de forêts en France, c'est-à-dire sur plus de deux tiers de la surface boisée.

L'aspect d'un peuplement, en partie déterminé par le régime qui lui est appliqué, dépend encore d'autres facteurs. Ainsi, un peuplement peut comprendre un seul étage, s'il est formé d'arbres de même essence et de même âge; il peut être formé de deux étages, l'un *étage dominant* constitué par les essences de lumière (fig. 10), l'autre le *sous-étage*, ou sous-bois, renfermant les essences qui s'accommodent de l'ombre ; c'est sous ce double couvert que se constitue la couverture morte, dont l'utilité pour la forêt est si grande. Si, ne tenant plus compte de la hauteur atteinte par les arbres, nous remarquons leur espacement, nous déterminons la densité, la consistance du peuplement; les forestiers qualifient cet état du peuplement en le nommant *massif plein*, *massif serré*, *massif clairiéré*.

Le régime appliqué à une forêt est modifiable, par *conver-*

sion, mais la durée toujours fort longue de cette opération, la diminution ou même la suppression de revenus qu'elle entraîne pendant un certain temps, ne permettent pas de l'employer dans les exploitations particulières; seules les forêts domaniales se prêtent à cette modification profonde du peuplement. Le changement de forme, ou *transformation*, est plus aisé et plus souvent appliqué: ainsi un taillis régulier peut être peu à peu amené à l'état de taillis fureté.

Nous examinerons successivement les cinq modes de traitement applicables aux peuplements, dans les cinq paragraphes suivants.

Futaie régulière. — Mieux que tout autre régime, la futaie régulière ou futaie pleine se prête à l'étude méthodique; son évolution présente les états caractéristiques suivants :

Le *semis* est formé des jeunes plantes nées de graines, sur un terrain découvert; le *fourré* renferme des sujets encore jeunes, appartenant à de bonnes essences et aussi à des essences secondaires. A ces formations font suite le *gaulis* et le *perchis*, dans lesquels les sujets de choix s'élèvent ensemble au-dessus des autres, perdant leurs branches basses et fournissant, avec ces dernières et les morts-bois, une production très grande en bois.

Peu à peu, les perches, dont le diamètre est d'un décimètre, deviennent plus fortes, en même temps moins nombreuses; leur diamètre atteint deux décimètres, la cime qui les surmonte est déjà large, le perchis est devenu une demi-futaie. Bientôt, par l'élagage naturel, les fûts se constituent, tandis que les cimes se développent, les sujets sont adultes, ils forment la futaie ou *haute futaie*; à leur abri apparaissent de jeunes semis, destinés au remplacement graduel des éléments que perdra le peuplement par le fait de l'exploitation. Dans une vieille futaie, les sujets de choix sont de moins en moins nombreux, ils sont d'âges divers et de valeur inégale; leur conservation ne paraît pas avantageuse, car leur isolement relatif est souvent la cause de leur dégradation, ce qui contraint à les réaliser.

La futaie est un régime artificiel, volontairemeut créé et entretenu, et sa conservation demande des attentions spé-

ciales, ayant surtout trait à la régénération. Elle présente des avantages, parmi lesquels la production de sujets d'élite très recherchés comme bois d'œuvre, surtout pour les chantiers de l'État (marine), mais elle a le grand inconvénient de créer à chaque ensemencement une période critique, susceptible de compromettre l'avenir de l'exploitation et aussi d'exiger un capital forestier très important; aussi est-elle presque exclusivement suivie dans les forêts domaniales. Il est naturel que les résineux, ne donnant pas de rejets de souche, c'est-à-dire ne formant pas taillis, soient soumis au régime de la futaie, et la simple observation des belles pineraies du sud-est, de la Sologne, des pignadas du sud-ouest peut suffire à donner une idée des produits sains et vigoureux qu'on obtient par ce régime.

La régénération d'une futaie régulière comprend deux opérations : l'abatage et l'enlèvement des arbres à réaliser, d'une part; l'ensemencement des surfaces ainsi découvertes, d'autre part.

Deux manières de procéder réalisent ce résultat; dans l'une, dite « coupe unique », la parcelle à exploiter une certaine année est entièrement démunie de ses arbres, et le sol nu reçoit le semis; dans l'autre, dite par « coupes successives », les arbres sont enlevés en plusieurs opérations réparties sur un espace de vingt ans environ, et comprenant : une première coupe d'ensemencement qui est l'enlèvement de quelques arbres choisis de telle sorte que les voisins en pleine maturité puissent ensemencer l'espace découvert et où l'état du sol favorise la germination des graines; des coupes secondaires, destinées à faire place peu à peu aux jeunes brins de semence les plus vigoureux; enfin une dernière coupe définitive qui réalise les unités conservées jusque-là.

La coupe unique donne des facilités d'exploitation en groupant les travaux à faire sur une petite étendue, en facilitant la gestion et l'évaluation du revenu forestier, mais elle présente l'inconvénient d'exposer la terre dénudée à toutes les grandes causes de destruction des jeunes semis, après avoir rendu difficile l'ensemencement; ce procédé ne peut donc être employé que dans des conditions spéciales, soit pour les rési-

neux, dont les graines légères et les semis rustiques assurent toujours la réussite de l'ensemencement, soit pour les feuillus dont les peuplements sont disposés à cet effet en bandes étroites dirigées vers les vents dominants et vers les sommets, ce qui assure l'ensemencement par les bandes voisines (Allemagne).

Les coupes successives, en outre de l'avantage qu'elles présentent de conserver le sol couvert, fatiguent beaucoup moins les jeunes semis préexistants car l'enlèvement des arbres sur une même surface y est beaucoup moins intense que dans la coupe unique et les dégradations plus réduites. L'inconvénient de ce procédé réside dans la distribution sur une grande étendue des travaux d'exploitation, ce qui nécessite un aménagement assez parfait de la forêt et de sa viabilité.

Futaie jardinée. — Le jardinage est un mode de traitement dans lequel, étant donné un peuplement, on réalise chaque année, et sur toute la surface boisée, un certain nombre d'arbres, déterminé par la moyenne des années précédentes et constituant le revenu ou possibilité. Ce mode de traitement est naturel, il produit l'enlèvement progressif des sujets défectueux, les premiers comptés dans l'évaluation de la possibilité, et des sujets arrivés au terme du développement assigné à toutes les unités du peuplement. Il est d'un emploi commode pour les forêts d'aménagement difficile, pour les forêts de protection, dans lesquelles le revenu a une importance secondaire ; mais il a pour principal inconvénient de fournir des sujets moins beaux que ceux de la futaie, et d'exiger une exploitation annuelle sur la surface entière de la forêt. En pratique, on applique le jardinage aux forêts de montagne et surtout à celles peuplées de Conifères.

Taillis régulier. — La définition du taillis provient, nous le savons, du mode de régénération ou plutôt de rajeunissement des essences par rejets ou drageons ; ce traitement assure la formation d'un peuplement régulier , car le printemps qui suit la coupe développe à chaque souche une cépée analogue. L'assouchement étant conservé, quelles que soient les perturbations de la végétation superficielle, la reconstitu-

tion du fourré et par suite du taillis est facile, et c'est là un avantage de ce régime, d'autant plus appréciable que les revenus du taillis sont relativement élevés. Cependant, les inconvénients de ce régime sont importants; ainsi la fatigue et l'épuisement du sol de la forêt résultant d'une révolution trop courte; la crainte de perdre les souches, c'est-à-dire le capital forestier, à la suite de quelques années insuffisamment chaudes pour la lignification des rejets de l'année; enfin et surtout la faible qualité des bois obtenus, qui ne peuvent guère servir qu'au chauffage, à quelques industries, ou à l'utilisation des écorces. D'autre part, l'application au taillis régulier d'une révolution longue ne donne jamais des produits de valeur égale à ceux que fournit la futaie.

L'une des principales raisons du maintien des taillis sur des millions d'hectares en France est l'emploi des bois menus qu'ils fournissent : charbonnette, bois de moulée pour le chauffage, la carbonisation et surtout la distillation.

Taillis fureté. — Le furetage dans un taillis correspond au jardinage dans une futaie, ce qui l'a fait nommer jardinage sur souches. Il consiste dans l'enlèvement périodique, tous les dix ans par exemple, des perches qui, dans chaque cépée, ont atteint une grosseur suffisante, environ un décimètre de diamètre à hauteur d'homme. Par ce moyen, le sol n'est jamais découvert, et les nombreux rejets de tout âge qui naissent sur les bourrelets cicatriciels des souches tourmentées forment un fourré épais. Ce régime est surtout appliqué pour le Hêtre en raison de la difficulté de sa régénération sous les climats assez rigoureux où il végète. Le remplacement des vieilles souches condamnées à mourir de vieillesse est assuré par quelques brins de semence, dont on assure le développement de place en place.

Taillis sous-futaie. — L'application de ce mode de traitement à une forêt a pour but l'obtention de produits divers, depuis le bois de chauffage jusqu'au bois d'œuvre; cette application est assez facile et présente les avantages réunis de la futaie et du taillis. Une forêt ainsi aménagée comporte deux étages principaux : l'étage dominant formé de la réserve ou futaie, et l'étage dominé formé par les cépées du taillis. La

futaie est formée d'essences à feuillage léger : Chênes rouvre et pédonculé, quelques Frênes, Érables ou même Trembles et Bouleaux, que l'on réalise en jardinant, tous les dix ans par exemple. Ces arbres, qui ont tout d'abord grandi avec les rejets du taillis, sont ordinairement des brins de semence, et on leur applique le nom de *baliveaux* dès qu'ils dépassent le sous-étage. Quoique moins beaux que des arbres de futaie, ils sont d'excellents bois d'œuvre.

Le taillis est formé de Charmes et de bois tendres, qui maintenant se vendent aussi bien que les autres, soit pour le chauffage, soit pour l'industrie (pâte à papier). Cette combinaison du taillis et de la futaie permet une utilisation rationnelle du sol par les racines superficielles des souches, et par celles plus profondes des baliveaux ; un assolement très long est ainsi réalisé, si l'on a soin de modifier l'emplacement des réserves par rapport à celui des cépées. La régénération du peuplement est aisée, le sol n'étant jamais découvert, mais tous ces avantages sont en partie compensés par la difficulté de conserver le peuplement tel qu'on l'a établi et de déterminer la possibilité qui constitue le revenu forestier.

COMMERCE DES BOIS

EXPLOITATION DE LA FORÊT

Il semble que l'exploitation d'une forêt soit chose aisée, si l'on se reporte aux anciennes coutumes qui permettaient la jouissance en nature (coutume de l'affouage) dans les forêts communales ; alors, chacun se rendait en forêt et coupait son bois, de la façon la plus sommaire, sans respecter sur la coupe mal faite l'écorce de la souche, ce qui rendait impossible la formation du taillis. L'art du sylviculteur n'existait pas ; les exploitants étaient les « bons cousins des bois », formant un petit monde de charbonniers, fendeurs, sabotiers, dont la forêt était la demeure pendant les deux tiers de l'année : l'aménagement de la forêt leur importait peu, ils détruisaient.

Aujourd'hui, et tout particulièrement dans les forêts du Domaine, la science et l'économie président à l'aménagement

et à l'exploitation des peuplements, afin d'assurer leur bonne conservation.

Capital forestier. — La propriété forestière est une propriété rurale toute particulière, qui demande la possession de grandes étendues boisées, sauf le cas particulier où le propriétaire consomme directement et ne vend pas. Pour cette raison, les forêts de France étaient des biens de mainmorte, possédés par les seigneurs, les grandes communautés, et elles sont encore l'apanage des riches particuliers. Une propriété forestière est en effet un placement de fonds à un taux très bas, à moins qu'elle ne prenne une valeur spéciale due à sa situation ou à la faune qu'elle abrite.

Le capital forestier comprend deux éléments :

1° Le *fonds de terre*, c'est-à-dire le sol, avec son assouchement, sa couverture d'humus et les travaux qui facilitent l'exploitation.

2° Le *capital superficiel* ou capital ligneux, constitué peu à peu par l'épargne et essentiellement variable avec la nature et l'âge des arbres.

Revenu forestier. — L'ensemble des arbres existant, à une certaine époque, dans une forêt représente à la fois capital et revenu; ainsi, dans la futaie modèle, où nous avons admis trente parcelles portant des arbres dont les âges sont échelonnés de un à trente ans, le revenu est la parcelle des arbres de trente ans à réaliser de suite, tandis que les vingt-neuf parcelles restantes forment le capital générateur. On comprend que l'estimation du revenu soit, dans les divers régimes, difficile à déterminer et laisse une certaine latitude au delà de laquelle il y a abus de jouissance et diminution du capital, ou réserve exagérée et diminution du revenu.

Dans une forêt normale, bien aménagée, la possibilité annuelle est équivalente à la moyenne des accroissements annuels du capital ligneux, celui-ci résultant de l'augmentation naturelle des ligneux. De plus, la série d'exploitation doit comprendre autant de parcelles que le nombre d'années de la révolution choisie; et celle-ci se détermine par la nature des emplois des arbres, par leur exploitabilité.

Rente forestière. — Si l'on déduit du revenu ou rente

brute les dépenses faites, on obtient le revenu net ou rente. Le taux du placement s'en déduit par comparaison avec le capital; quelques exemples feront comprendre les grandes variations de ce taux.

Dans la forêt de Bercé (Sarthe) appartenant au Domaine, la futaie régulière en Chêne pur est aménagée à deux cent dix ans, elle renferme de 800 à 900 mètres cubes de bois à l'hectare, et donne un rendement moyen de $6^{mc},35$, plus des produits détachés du sous-étage des Hêtres. L'hectare est estimé à 40 000 francs (capital superficiel) et la rente (brute) à 280 francs, ce qui donne un taux de 0,7 p. 100. Il est vrai que les produits obtenus sont de toute beauté, les arbres atteignant 25 à 30 mètres sous un diamètre à la base de $1^{m},20$.

Au contraire, nous voyons des bois aménagés en taillis pour la charbonnette ou le menu bois d'industrie fournir un revenu important, en raison de la courte révolution adoptée, et surtout du petit capital engagé; le taux du placement peut alors avoisiner celui des autres propriétés rurales.

COMMERCE DES BOIS

Le terme de l'exploitation des bois est pour le forestier la détermination et la réalisation de la possibilité; pour cela, il procède *par contenance*, en exploitant chaque année une surface égale, ou *par volume*, c'est-à-dire en abattant les arbres jusqu'à concurrence d'un volume fixé à l'avance, ou bien encore par *nombre de pieds* en supposant ceux-ci arrivés au terme de l'exploitabilité. Ces trois méthodes sont d'application courante, la première aux taillis, la deuxième aux futaies régulières, la troisième aux futaies jardinées et aux réserves (baliveaux, modernes, anciens) des taillis sous futaie.

Ainsi le forestier détermine une étendue pour y abattre le bois, c'est la *coupe*. Dans cette coupe, on peut abattre tous les arbres (coupe à blanc-étoc), ou laisser des réserves.

Vente des coupes. — En France, on vend les coupes sur pied, en bloc. Les produits façonnés sont classés et empilés, le volume de chaque catégorie est déterminé et le prix convenu appliqué. Le contrat préalable de vente ne peut spéci-

fier que les prix de vente de l'unité et il ne donne qu'une indication approximative sur les quantités de chaque produit. Cependant, les quantités doivent être déterminées aussi exactement que possible, cela dans l'intérêt de la forêt et aussi dans celui du marchand de bois ; ce résultat est atteint par le cubage et l'estimation, soit d'un arbre, soit d'une coupe.

Cubage d'un arbre. — L'évaluation d'un arbre est l'élément de l'évaluation d'une coupe ; elle comprend son cubage et son estimation, c'est-à-dire l'application des prix fournis par les mercuriales locales. Le cubage seul sera étudié, car l'estimation est variable avec les régions et les marchés, tout en appliquant cette règle : la variation du prix d'un arbre est proportionnelle au cube de son diamètre, en raison de la meilleure utilisation des belles pièces. Les unités adoptées pour base sont les suivantes :

Le stère, pour le bois de chauffage et la charbonnette.

Le mètre cube, pour la charpente, l'industrie.

Le cent, pour les fagots et les bottes d'écorces.

Cubage d'un arbre abattu. — On cube l'arbre en grume, c'est-à-dire tel quel. Pour cela, on mesure la longueur, puis la circonférence moyenne (ou la moyenne des deux circonférences terminales) et on procède comme pour un cylindre :

$$\text{Volume} = \text{surface de section moyenne} \times \text{hauteur},$$

ou

$$V = \frac{C^2}{4 \times 3,1416} \times H.$$

Pour tenir compte de la partie utilisable seule, ce qui équivaut à défalquer l'écorce, on emploie la méthode du *quart sans déduction* qui consiste à prendre le quart de la circonférence moyenne, à élever ce quart au carré et à multiplier ce carré par la hauteur de l'arbre :

$$\text{Volume } V = \frac{C^2}{16} H.$$

Cela équivaut à l'emploi d'un facteur de réduction égal à 0,78, que donne le rapport de $(4 \times 3,1416)$ à 16.

Pour certains bois, qui, comme le Chêne, comportent un aubier important, le cubage doit fournir le volume approxi-

matif qu'aura la pièce après équarrissage, ce qui nécessite l'emploi de la méthode du *cubage au cinquième déduit*, quelquefois seulement au sixième déduit. On retranche de la circonférence moyenne le cinquième ou le sixième de cette circonférence, et sur cette dimension réduite on opère comme précédemment, en prenant le quart, élevant au carré, puis multipliant par la hauteur.

$$\text{Volume } V = \left(\frac{C - \frac{C}{5}}{4}\right)^2 \times H$$

ou

$$\text{Volume } V = \left(\frac{C - \frac{C}{6}}{4}\right)^2 \times H$$

Ces deux méthodes équivalent à l'emploi de facteurs de réduction égaux respectivement à

0, 50 pour le cubage au cinquième déduit,

0, 55 pour le cubage au sixième déduit;

Une autre méthode, dite *cubage à vive arête*, consiste à remplacer la section moyenne par le carré inscrit; pour cela, on prend comme côté de ce carré la circonférence mesurée multipliée par 0, 225; cela équivaut à l'emploi d'un facteur de réduction égal à 0, 63.

Pour les arbres abattus et équarris, on multiplie la section moyenne (mesurée au milieu de la pièce) par la longueur.

Cubage d'un arbre sur pied. — L'appréciation, dans ce cas, ne peut être rigoureuse; elle comporte une mesure de grosseur et une mesure de hauteur.

La hauteur d'un arbre est celle de la partie utilisable, comptée de la limite de découpe, près du sol, jusqu'à la partie non susceptible d'œuvre. On l'évalue à l'œil, en s'aidant d'une perche légère dressée contre la tige et donnant une unité de mesure pour la comparaison ; le recul favorise l'évaluation. Quelques instruments, tels que planchettes, dendromètres, fournissent des indications plus précises. Le *dendromètre* est un limbe gradué que l'on place près de l'œil, dans le plan vertical de visée contenant l'arbre ; la visée horizon-

tale du pied de l'arbre et la visée du sommet forment un angle dont on apprécie la grandeur par la division inscrite ; la division indique les angles dont les tangentes sont 1, 2, 3, etc., et comme ces tangentes sont des réductions de la hauteur de l'arbre, il suffit de se placer toujours à une même distance des arbres à mesurer pour traduire la lecture du limbe en une mesure réelle; par exemple, à 10 mètres de distance, un dendromètre indiquera 2, 3, pour des arbres de 20 ou 30 mètres de hauteur.

La grosseur d'un arbre est déterminée, soit au moyen du compas forestier qui donne le diamètre, soit au moyen d'un décamètre flexible qui donne la circonférence. Cette mesure se fait à hauteur d'homme, soit $1^m,30$ ou $1^m,50$, quelquefois plus. L'approximation requise est de 5 centimètres sur les diamètres, 10 seulement sur les circonférences. Ces deux éléments de mesure, la hauteur et la circonférence, permettent de considérer l'arbre comme un cylindre parfait, dont on réduit le volume à l'aide d'un facteur de conversion obtenu par l'étude d'un arbre bien mesuré. Les facteurs employés varient avec les essences et l'âge des arbres, ils sont voisins de 0,5 ou 0,6.

Cubage des branches et de la cime. — Une évaluation précise est ici impossible, aussi a-t-on établi des rapports de volume entre la cime et le fût, pour les principales essences et dans les diverses régions. Ce rapport dépend surtout de l'état isolé ou avoisiné de l'arbre; il est d'environ 60 p. 100, quand le fût est le quart de l'arbre total (hauteur), mais il s'abaisse à 30 et même 20 p. 100, quand le fût atteint ou dépasse les trois quarts de l'arbre total. Ainsi, un Chêne de Lorraine donnera 55 p. 100; un Sapin des Vosges, 20 p. 100 et un Sapin du Jura, 10 p. 100 seulement.

Cubage d'une coupe. — En pratique, le cubage d'une coupe est différent selon qu'il s'agit d'une futaie ou d'un taillis, plus exactement s'il s'agit d'arbres assez gros ou simplement de brins nombreux et petits.

Dans le premier cas, pour les feuillus, on réunit les arbres par catégories de grosseur, on leur suppose une hauteur moyenne et on estime chacun d'eux pour passer de là à leur

cube total. Le cubage est fait en grume ou au cinquième déduit qui donne un résultat moitié ; il est exprimé en mètres cubes, sauf pour le bois de chauffage qui est mesuré en stères, le stère comptant pour $1^m,55$ de bois, en raison des vides. La cime ou houppier fournissant du bois de chauffage, on considère qu'elle donne 1/3 de chauffage et 2/3 de charbonnette.

Pour les résineux donnant du bois d'œuvre, on cube en grume ; s'ils donnent du chauffage, on évalue en stères. Le houppier des résineux est seulement 15 à 20 p. 100 du fût, et sa conversion en stères se fait sur la base de 2 stères pour un mètre cube.

Dans le cas d'un taillis, le mode d'évaluation le plus simple est le cubage par places d'essai qui consiste à prendre comme modèle quelques ares de la coupe et à évaluer son rendement après abatage et façonnage des produits. Une expérience pratique seule peut remplacer en partie ces essais.

ABATAGE DES ARBRES

L'opération de l'abatage est variable selon qu'on conserve l'assouchement ou qu'on le détruit ; sa difficulté provient aussi de la grosseur des arbres à abattre et de la nature du sol (pentes abruptes, ravins, etc.).

Pour arracher un arbre, on creuse à son pied, on dégage le pivot, puis on suit les grosses racines au moyen de tranchées et on les soulève avec des cordages et des leviers. Trois gros cordages maintiennent l'arbre vertical et dirigent sa chute dans le sens déterminé. On peut aussi se contenter de dégager le pivot et de couper à la hache les racines que l'on déterrera plus tard.

Pour abattre un arbre, on détermine le sens de la chute pour un travail ultérieur facile et pour diminuer les dégâts, puis de ce côté on fait une entaille profonde de plus de la moitié du diamètre. A la cognée, le bûcheron fait alors une entaille identique de l'autre côté de l'arbre jusqu'à sa chute. Il est bon de couper les troncs rez terre, pour faciliter la formation des rejets et éviter la perte de bois qui résulte de la conservation de billots improductifs et même incapables de se développer

en têtards ; de plus, la coupe devra être faite de façon à laisser

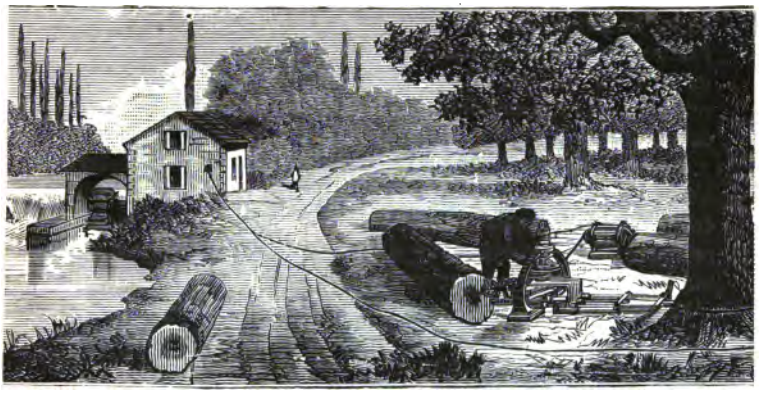


Fig. 11. — Abatage d'un arbre en forêt avec transmission d'une force hydraulique par l'électricité.

Fig. 12. — Tronçonnage en forêt avec transmission d'une force hydraulique par l'électricité.

une surface plane ou plutôt bombée, dont les bords seront nets et l'écorce respectée.

L'abatage est le plus souvent précédé de l'ébranchage, qui diminue les chances de dégâts lors de la chute et les ruptures de branches avec altération du fût. Dans les belles futaies, on tronçonne sur pied en billes de longueur variable, de 6 à 10 mètres, et le bûcheron fait glisser ces billes retenues par des cordages, ou bien il les laisse tomber verticales à terre.

Quel que soit le tranchant des outils du bûcheron, l'abatage à la hache ne laisse pas des sections bien nettes, et l'entaille écourte les fûts, aussi emploie-t-on souvent l'abatage à la scie, celle-ci étant mue à bras d'homme, par le piston d'une machine à vapeur ou par une force électrique (fig. 11 et 12).

Façonnage des produits. — L'arbre à terre est dépouillé de ses rameaux, de ses petites et moyennes branches ; de cela on fait des fagots et de la corde. Les grosses branches et la tige constituent le bois d'œuvre, dit *bois en grume*. Ce nom est appliqué aux bois non écorcés et à quelques bois ronds écorcés, tels que ceux dont on fait les pilotis. On réserve spécialement le nom de *bois pelard* aux bois écorcés.

Dans tous les cas, et dans l'enceinte des ventes, le premier façonnage doit être brut, il doit se faire rapidement pour débarrasser la forêt de la population travailleuse dont le séjour est nuisible aux jeunes semis ; il a pour but de permettre l'enlèvement des produits et leur dessiccation qui en diminue le poids.

Équarrissage. — Au chantier de débit installé en une place choisie, on procède à l'équarrissage, qui donne à l'arbre sa forme marchande. Cette opération se fait par l'enlèvement (à la scie le plus souvent) de quatres *dosses* comprenant l'écorce et l'aubier, et réduisant la pièce à un parallélipipède droit à base carrée ou rectangle, ne comportant plus d'aubier. Les dosses servent dans les travaux provisoires.

Transport des produits. — Aucune règle générale ne saurait déterminer le mode de transport le plus avantageux, puisque les facteurs sont nombreux et divers, état de la forêt, nature et pente du sol, présence de voies d'eau ou de fer, etc... Les pièces de faible dimension et les menus sont transportés à dos d'homme, à la brouette, ou au moyen de chariots, de

traîneaux. Ces traîneaux parcoureront avantageusement (*schlittage*) les chemins de bois, nommés *chemins de schlitte* (fig. 13), et formés de traverses assez rapprochées pour que la semelle des traîneaux repose à la fois sur une douzaine de traverses voisines. Le transport par câbles aériens (*telphérage*), auxquels les charges sont suspendues, est aussi excellent. Dans aucun

Fig. 13. — Le schlittage dans les Vosges (Boppe et Jolyet).

cas, sauf peut-être en grande montagne, on ne devra recourir au lançage.

Les billes de grande dimension, destinées surtou taux travaux de marine, sont suspendues à deux avant-trains et traînées.

Le plus souvent, on procède à l'abatage en hiver, et au transport des produits aussitôt que possible, pour rendre à sa vie normale la coupe en usance.

En Suède, contrée qui exporte une grande quantité de bois, et dont le sol est parcouru de nombreuses vallées, on procède

au flottage des bois, de la façon suivante. Vers le 1er juin, les bois empilés sont poussés dans le courant où ils flottent à bûches perdues; arrivées à la mer, les billes sont groupées en trains de bois et flottées jusqu'au lieu de débit; il en est à peu près de même sur les lacs.

CONSERVATION DES BOIS

Les bois, dans les forêts, dans les chantiers de débit, et après leur utilisation, sont sujets à des altérations nombreuses auxquelles on a cherché des remèdes; de là sont nés les procédés

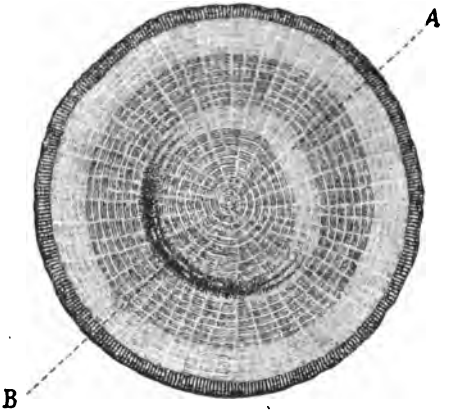


Fig. 14. — Rondelle de Chêne présentant une lunure; la portion gauche est déjà attaquée par la pourriture (Boppe et Jolyet).

de protection et de conservation des bois. Étudions tout d'abord les ennemis des arbres et les causes de détérioration des bois.

Altérations en forêt. — Les causes d'altération des arbres en forêt sont le fait des météores, des animaux et végétaux commensaux ou parasites, enfin de l'homme.

1° Les vents, par la violence qu'ils acquièrent dans les ouragans, détruisent et abîment les arbres, formant des *chablis*,

dont le volume peut atteindre le tiers de celui des coupes vendues sur pied; de plus, les sujets respectés ont souvent leurs branches cassées, ce qui prépare des défauts irrémédiables, des nécroses sur le fût. Le froid provoque des arrêts de croissance, qui se traduisent par des tares intérieures, lu-

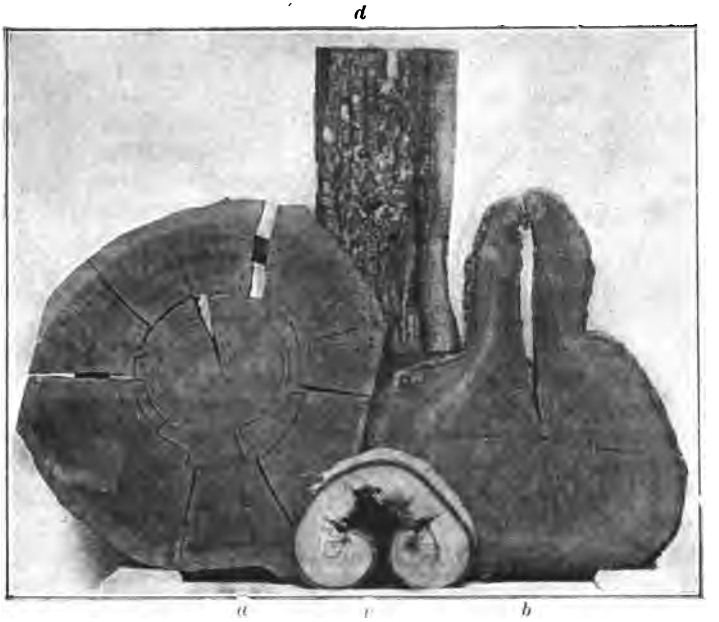


Fig. 15. — Dégâts causés par les météores.

a, roulure ; *b*, gélivures ; *c*, nécrose due à un coup de soleil ; *d*, nécrose de gelée (Boppe et Jolyet).

nures (fig. 14), gélures; ou des dislocations également intérieures, gélivures ou roulures (fig. 15). La neige, le givre, le verglas, chargeant les branches, déterminent leur rupture, tandis que les avalanches dénudent les hautes montagnes boisées. A ces dégâts si importants, l'homme ne peut opposer que l'aménagement des forêts aussi en rapport que possible avec le climat de la région, choisissant les essences, réservant

des rideaux d'abri, et conservant dans les montagnes les billots ou bases des arbres abattus, susceptibles de retenir la neige.

2° La forêt abrite un grand nombre d'hôtes, qui sont les uns utiles, les autres nuisibles, et l'homme doit tenir grand compte des dégâts produits par ces derniers. Tandis que les Loups, Renards, Cerfs, Chevreuils, et même les Sangliers sont peu nuisibles, les Lapins, les Souris et les Écureuils détruisent les semences, rongent les écorces et les jeunes pousses. Les ennemis les plus redoutables des arbres sont les Insectes, quel que soit leur genre de vie, les uns dévorant les feuilles, les autres rongeant les bourgeons et les pousses, pendant que les larves creusent leurs galeries dans les bois; aussi ne saurait-on trop recommander la conservation des animaux insectivores, tels que le Renard et les nombreux Oiseaux.

3° Les végétaux commensaux des espèces forestières ont, avec elles, des rapports très variables (fig. 16). Les uns, comme le Lierre, le Chèvrefeuille, s'attachent aux ligneux par des crampons et les dégradent; les autres, comme le Gui, sont liés à leur hôte, souvent l'épuisent, et toujours altèrent profondément les tissus dans lesquels ils sont implantés. Mais les Champignons sont les parasites les plus redoutables; les Polypores, les Hydnes produisent des tares appelées *rouge*, *grisette*; les Pezizes, certains Agarics font périr les arbres, tandis que l'*Acidium elatinum* transforme les branches du Sapin en *balai de sorcière*. La préservation des peuplements est ici liée à la destruction des unités atteintes, ou à l'isolement par un fossé des racines parasitées que l'on extrait et que l'on brûle.

4° Les dégâts dus à l'homme sont souvent le fait de pratiques ou d'usages tolérés en forêt alors que leur danger est bien connu. Ainsi, il existe en France plus d'un million d'hectares de sol rendu improductif par les abus de pâturages, et l'on s'étonne que le régime actuel des pâturages communaux ait survécu jusqu'à nos jours; il favorise quelques spéculateurs ou quelques propriétaires de troupeaux, en privant les populations pauvres de tous les bénéfices possibles de la propriété communale. Depuis dix siècles, la limite supérieure de nos forêts est descendue de 300 mètres, les hautes vallées ont été abandonnées, puisque l'agriculture y est devenue impossible; l'exemple

de la Suisse, qui exploite si bien ses *alpages*, est à suivre.

Fig. 16. — Dégâts des végétaux.

a, fructification en épaulette d'un Polypore qui ravage une tige de Sapin ; *b*, plateau de Sapin portant les traces des racines de Gui ; *c*, tige de Hêtre déformée par les circonvolutions du Chèvrefeuille des bois ; *d*, balai de sorcière sur une tige de Sapin ; au point d'insertion, on peut voir le renflement qui donnera un chaudron ; *e*, tige de Charme déformée par le chancre (*Nectria ditissima*) ; *f*, nodosités causées par la bactérie du Pin d'Alep (Boppe et Jolyet).

Des réserves analogues doivent être faites à l'égard des menus produits concédés, tels que les bois et souches mortes,

les feuilles mortes, les Champignons et plantes pharmaceutiques, les graines forestières (glands, faînes), etc...

Pour ce qui est plus spécialement relatif à la valeur du bois, il faut condamner ou tout au moins réduire les pratiques de l'élagage et de l'émondage. La première a pour but, par l'enlèvement de branches, de donner en une seule fois une forme avantageuse à un arbre; la deuxième consiste dans la coupe des gourmands qui naissent sur un fût quand on le dégage par abatage d'arbres voisins. Dans ces deux cas, on laisse sur le fût des cicatrices incomplètes par où pénètrent les parasites et qui servent de point de départ à des nécroses atteignant plus tard le cœur du bois.

Remarquons que les résineux sont, plus que les feuillus, exposés à ces diverses atteintes; ils souffrent beaucoup des ravages des Insectes, des Champignons, et les réparations cicatricielles sont chez eux très difficiles; de plus la perte de produits résineux qui résulte des blessures est grave. Au point de vue de l'importance des incendies de forêt, les résineux sont bien souvent atteints, malgré les interdictions sévères, et la création de tranchées *garde-feu*, qui permettent de limiter les dégâts.

DÉFAUTS DES BOIS

Les causes d'altération que nous avons signalées provoquent des défauts des bois dont les principaux sont :

La *carie*, la *nécrose*, sortes de pourriture du bois;

Les *gerçures*, produites par le hâle sur l'écorce et l'aubier;

Le *cadran* ou *cadranure*, gerçure circulaire et petites gerçures rayonnées.

Les *gélures* ou *gélivures*, dues à l'effort d'expansion de la gelée (fig. 15, *b*);

La *roulure*, formant un anneau désorganisé dû à un hiver rigoureux;

La *torsion*, produite par l'action continue du vent;

Enfin les loupes, les galles, et le *retour*, qui caractérise la phase sénile des arbres.

Bon bois. — Un bon bois présente, sous une écorce saine, une forme régulière; sa section a une couleur uniforme,

passant graduellement à la teinte plus claire de l'aubier. L'odeur développée par l'enlèvement de quelques copeaux doit être fraîche et ne pas rappeler celle du moisi; les billes, placées sur deux chantiers doivent être sonores quand on les frappe. La présence des nœuds n'est pas une condition de refus, mais on doit sonder ces nœuds à la tarière et boucher le trou ainsi fait avec une cheville de bois dur enduite de goudron. Pour l'œuvre, le bois doit être de *droit fil*, parfaitement sain, abattu depuis trois ans au moins et bien sec.

ALTÉRATIONS DES BOIS EN ŒUVRE

Toute pièce de bois, quelle que soit la condition de son emploi, éprouve des modifications. Le bois qui entre dans la composition des combles d'un édifice est abrité, sec, et se conserve des siècles; le bois plongé dans l'eau ordinaire, d'une manière continue et sans contact avec l'air, durcit et se conserve fort longtemps; le bois qui est enfoui en terre ou plongé alternativement dans l'air et dans l'eau se détruit assez vite.

Les causes de ces transformations sont dans la nature du bois lui-même; la sève et les matières azotées étant même supposées enlevées par une dessiccation parfaite, il reste le ligneux, ternaire, dont les éléments sont peu à peu comburés par l'oxygène et les oxydants; le bois se consume, perd sa résistance. Dans le cas d'un pilotis, complètement submergé, à l'action lente de l'oxygène inclus vient s'ajouter celle plus intense des sels dissous dans l'eau ou présents dans les sols, tels que les sulfates (particulièrement les sels ferreux); ces sulfates sont réduits en sulfures par la matière ligneuse qui s'oxyde, le pilotis se transforme en une sorte de tourbe, sans consistance, gardant la forme des pieux, mais se laissant couper à la bèche.

La présence de la sève dans les bois insuffisamment desséchés est la cause la plus importante de leur détérioration; elle produit leur déformation (bois qui tourmente, qui travaille) et permet la vie des nombreux organismes cryptogamiques. Le *Bacillus amylobacter* est le premier envahisseur du bois, il détruit peu à peu les amidons, puis s'attaque aux matières

molles (principes pectiques) et, en désagrégeant le ligneux, prépare l'entrée en scène d'autres ferments.

Lorsque le bois est suffisamment humide, sa surface se couvre de champignons qui se propagent vite sous forme de taches blanches, grisâtres ou rouille, d'aspect filamenteux ou membraneux, et nommées vulgairement *moisissures*; ces Champignons sont des Téléphores, des Bolets ou des Mérules; ils détruisent complètement le ligneux, qui tombe comme en poussière.

Les bois mis en œuvre sont aussi attaqués par des animaux xylophages comprenant d'assez nombreux Insectes, le *Lymexylon* ou Ruine-bois, l'*Anobium* ou Vrillette, encore nommé Horloge-de-la-mort. Parmi les xylophages, citons encore le Taret, qui cause de si sérieux dégâts dans les ouvrages de bois à la mer; ce mollusque a la forme d'un ver blanc grisâtre, de 2 centimètres de grosseur sur 25 à 30 de long, présentant une coquille bivalve, d'où émerge un double siphon soudé. Les larves du « Ver de vaisseau » pénètrent dans les bois de juin à septembre, elles deviennent adultes, creusent leurs galeries par un mouvement de râpe donné à la coquille et les enduisent d'une sécrétion calcaire, afin de préparer l'hivernage précédant leur reproduction.

A cette dernière cause de destruction des bois, on oppose un remède efficace, en recouvrant les pièces de plaques métalliques (cuivre); mais aux autres causes signalées, des moyens différents doivent être opposés.

PROCÉDÉS DE CONSERVATION DES BOIS

Le développement de plus en plus grand des voies ferrées, des lignes aériennes pour télégraphie, téléphonie, transport de force, l'extension des surfaces pavées en bois dans nos villes, donnent au problème de la conservation des bois une grande importance actuelle, surtout en face de la diminution graduelle des surfaces boisées utilisables. Cette conservation exige la réalisation de trois desiderata : le séchage, l'imprégnation d'antiseptiques, l'ignifugation.

Un grand nombre de moyens ont été proposés dans ce but multiple; les uns, après séchage naturel, sont une applica-

tion superficielle d'antiseptiques par carbonisation ou par enduits; les autres consistent dans un remplacement de la sève par une matière antiseptique ou ignifuge, et leur emploi peut se faire sur le bois à tous ses états, depuis le bois sur pied jusqu'au bois débité. Examinons les principaux procédés.

Séchage naturel. — Le séchage des bois est l'élimination de la sève par évaporation lente de sa partie aqueuse et dépôt *in situ* des matières dissoutes. Il s'effectue en plusieurs fois; dès l'abatage et avant l'équarrissage, le bois sèche sous écorce, à l'ombre; une fois équarri et avant son débit, il sèche par ses faces libres et par ses sections transversales; mais ce n'est guère que postérieurement à son débit que le bois achève sa dessiccation.

La dessiccation à l'air nécessite l'empilage des bois, sur un sol sec, en pente, de façon que les plans successifs soient séparés par des cales en bois sec; elle est accélérée par le retournement face pour face et bout pour bout. Mais elle présente le grave inconvénient d'être toujours longue et par suite coûteuse, aussi de produire des fentes, des gerces aux extrémités des pièces qui présentent par suite un déchet. La conservation sous des hangars, quoique préférable, présente des inconvénients de même nature.

Un bois met au moins trois ans pour sécher, la sève visqueuse se déplaçant difficilement dans les vaisseaux ligneux; il perd de 15 p. 100 (Chêne) à 40 p. 100 (Peuplier) de son poids, et sa densité diminue de 1,07 à 0,98 pour le Chêne, de 0,88 à 0,64 pour le Peuplier.

Flottage et immersion. — Si l'on plonge dans l'eau une pièce de bois, des courants d'osmose s'établissent dans les vaisseaux ligneux et facilitent le départ de la sève que l'eau remplace peu à peu; après une immersion suffisante, le bois sèche vite, puisque le départ de l'eau par évaporation est facilité par son déplacement aisé dans les vaisseaux. Tel est le principe du flottage et de l'immersion.

A l'immersion dans l'eau douce on préfère souvent l'immersion dans l'eau salée, qui se fait dans des bassins spéciaux où on recherche une salure incomplète (eaux saumâtres) empêchant le Taret de vivre. Les dépôts de Penfeld près Brest, de

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

très nombreuses, et nous ne retiendrons que les procédés éprouvés. Dans tous les cas, on cherche à remplacer la sève par une substance choisie, en facilitant le départ de la première, puis la pénétration de la seconde.

Les substances à injecter sont nombreuses; citons la créosote ou huile lourde de goudron de houille (procédé J. Bethell), (Blythe); le sulfate de cuivre (Dr Boucherie, Renard-Périn); le chlorure de zinc (W. Burnett); le mélange de créosote et de chlorure de zinc (Rütgers); le sulfate de magnésie (Nodon et Bretonneau); les sulfate et borate d'ammoniaque pour l'ignifugation (Nod. et Bret.). On a tenté l'emploi de résines dissoutes dans des hydrocarbures, de bororésinates, de sulfate et de pyrolignite de fer, d'alun, même de bichlorure de mercure, mais sans grand succès. Les sels de fer détruisent (oxydent) lentement les ligneux, tandis que les sels de cuivre ou de zinc, en partie réduits, donnent un oxyde dont l'union avec les tannins, les colorants, fournit des combinaisons insolubles. Quant aux substances ignifuges, elles ont pour but de se vitrifier par fusion au feu, puis de donner des gaz non comburants; à leur abri, les bois sont simplement carbonisés, et les produits combustibles ne peuvent s'enflammer ; le feu ne se propage pas et tend à s'éteindre de lui-même.

Dans l'examen des divers procédés, nous aurons surtout en vue le traitement des traverses de chemins de fer, dont les dimensions moyennes sont $2^m,60 \times 0^m,23 \times 0^m,14$.

Procédé J. Bethell. — Les bois étant empilés sur des soustraits, séchés à l'air libre, on les place sur des chariots qu'on transporte au moyen de lorrys, d'abord dans une étuve à 80° où ils séjournent vingt-quatre heures, puis dans un grand cylindre en tôle, que l'on ferme hermétiquement. On fait le vide pendant une demi-heure, et on introduit de l'huile lourde de goudron, à 80°, sous pression de 6 kilogrammes, pendant une heure. L'absorption est de 100 litres (Chêne), ou 300 litres (Hêtre) par mètre cube de bois.

Procédé Boucherie. — Les forces osmotiques et les forces capillaires qui déterminent l'ascension de la sève dans un arbre normal ou dans un bois fraîchement abattu sont ici la cause de la pénétration de la solution du sulfate cuivrique,

diluée à 1 p. 100 ; ce procédé peut être dit *par déplacement de sève.*

Appliqué pendant longtemps aux traverses pour voies ferrées, il a cédé la place au procédé par vide et pression, déjà décrit, mais il est le procédé de choix pour les poteaux télégraphiques.

Aussitôt après l'abatage de l'arbre, on fixe sur la grande section un plateau de bois fortement barré, en serrant un tirefonds (vis à bois) placé au centre, et on pince sur le pourtour de la section une corde d'étoupes de chanvre. Cette corde forme joint hermétique et maintient un espace libre entre la section de l'arbre et le plateau. Au moyen d'un orifice ménagé dans le plateau, on fait arriver la solution cuivrique placée dans un réservoir élevé ; la solution chasse peu à peu la sève qu'elle remplace et l'opération est acheyée quand la petite section du poteau se montre colorée. Dans le procédé Renard-Périn, on aide la progression du liquide en faisant le vide par action de ventouse dans un récipient métallique adapté à la petite section ; on brûle de l'alcool de bois et on occlut le récipient.

Des modifications nombreuses de ce procédé ont été inventées ; citons l'injection de l'arbre sur pied, et celle du poteau après sa pose (procédé Liebeau de Magdebourg).

Les résultats fournis par le procédé Boucherie sont excellents, ils permettent de réaliser le desideratum de l'Administration des télégraphes, c'est-à-dire la garantie d'une mise hors de service inférieure à un poteau par mille, la première année, et moins de 3 p. 100 dans les quatre années suivantes. L'absorption est de 1 kilogramme de sulfate pour 10 kilogrammes de bois.

Procédé Rütgers. — Successivement perfectionné depuis sa création (1846), ce procédé est aujourd'hui appliqué dans près de quatre-vingts usines, traitant les bois pour les voies de communication de l'Allemagne, de l'Autriche, de la Hollande, du Danemark et de la Russie. Le plus grand cube de bois est du Pin, que l'on injecte au mélange de chlorure de zinc et de créosote ; le reste, soit environ 1/10, est du Chêne traité à la créosote pure.

La créosote employée, fabriquée par les usines Rütgers, est obtenue par la distillation des goudrons de houille; elle est un liquide coloré, huileux, de saveur brûlante, contenant un mélange de corps oxydés et des phénols. Le chlorure de zinc doit être bien neutre et ne pas contenir de sels de fer. Le mélange de la créosote phéniquée et du sel de zinc a une double valeur antiseptique; de plus la créosote empêche le sel de zinc d'être dissous par l'eau; ce mélange, quoique plus cher que le sulfate de cuivre, est économique, comme le montrent les moyennes suivantes : l'injection d'une traverse de Pin (première classe) coûte 0 fr. 70 avec le sulfate de cuivre, 1 franc avec le mélange créosote-zinc et 3 francs avec la créosote pure; la durée est de huit ans avec le sulfate de cuivre, de douze ans avec le mélange créosote-zinc.

L'application du procédé Rütgers comporte : 1° l'étuvage à la vapeur dans un long cylindre d'injection où l'on roule 6 wagonnets chargés chacun de 50 traverses; la vapeur amollit le bois, le nettoie en faisant tomber les mucilages et entraîne une partie de l'air; 2° l'aspiration de l'air au moyen d'une pompe à air, ce qui facilite la distillation de l'humidité du bois; 3° l'introduction du liquide d'injection, préalablement chauffé à 65°, porté dans le cylindre même à 105°, et comprimé à 7 atmosphères. Cette opération, la plus importante, réalise la distillation totale de l'eau des bois, donc leur dessiccation, et en même temps leur imprégnation parfaite. Lorsque l'injection est complète, on évacue le mélange créosote-zinc, en le refoulant par pression d'air dans ses réservoirs.

L'opération dure environ quatre heures, elle introduit dans une traverse de Pin d'environ 65 kilogrammes un poids de 40 kilogrammes de liquide antiseptique. Dans le cas des traverses de Chêne injectées à la créosote pure, le poids passe de 95 kilogrammes à 110 kilogrammes environ, et l'opération est un peu plus longue.

Procédé Nodon et Bretonneau. — Ce procédé, dit de *sénilisation rapide des bois*, est appliqué à l'usine d'Aubervilliers; il repose sur l'entraînement électrique d'une matière saline à l'intérieur des bois, puis à la fixation de cette matière par l'action du courant. L'appareil se compose d'une cuve de séni-

lisation, en ciment armé, doublée de plomb et posée sur de la porcelaine isolante. Dans cette cuve est disposé un serpentin pour le chauffage à la vapeur, et un faux fond recouvert d'une feuille de plomb formant électrode. Les bois sont méthodiquement rangés sur ce faux fond, puis recouverts d'une cuvette formée d'un cadre de bois sur lequel est tendu un feutre pris entre deux toiles. On remplit la cuve de solution de sulfate de magnésie à 20 p. 100, de façon que le plateau supérieur des bois à traiter soit mouillé et non recouvert ; dans la cuve supérieure on met de l'eau et une lame de plomb formant électrode. Le courant est établi et maintenu sous 110 volts et 5 ampères (par stère de bois à traiter), pendant une douzaine d'heures, avec changement de sens toutes les deux heures. Sous l'action du courant, la sève exosmose vers la cuve supérieure, les albumines du bois sont coagulées, les sels du bois sont réduits et l'antiseptisent, tandis que la magnésie opère une sorte de mordançage du ligneux. Après traitement, les bois sont séchés, soit à l'air, soit à l'étuve vers 40°.

Ce procédé donne de bons résultats, il est économique en raison de la parfaite conservation de la solution magnésienne, il durcit les bois tendres, les rend utilisables pour la tabletterie, et augmente leur sonorité, ce qui les rend propres à la confection des tables d'harmonie et des instruments de musique. Les bois sénilisés sont bons pour le pavage.

Par le même procédé, on peut obtenir une parfaite ignifugation des bois en employant une solution à 40 p. 100 de sulfate et à 10 p. 100 de borate d'ammoniaque.

Procédé Karitschkoff. — La distillation des naphtes du Caucase fournit la ligroïne, substance inflammable, très dialysable ; d'autre part, la rectification du pétrole par la soude caustique laisse à l'état de sel des acides naphténiques, puissants antiseptiques. Ces sels de soude, insolubles dans l'eau, sont dissous dans la ligroïne, puis injectés par le procédé Bethell sous la pression de 4 atmosphères dans les traverses préalablement séchées ; le dissolvant est ensuite chassé par l'air chaud. Le prix d'injection est de 0 fr. 50 par traverse, inférieur à celui du créosotage, surtout en Russie où la créosote est chère.

UTILISATION DES BOIS

Les emplois des bois peuvent se classer en trois grandes catégories : dans la première, on considère le bois comme combustible et on l'utilise en nature (bois de chauffage) ou à l'état de charbon de bois : dans la deuxième, on met en œuvre le bois tel quel (bois d'œuvre) ; dans la troisième, on fait subir à la matière ligneuse des transformations chimiques qui ont principalement pour but d'en isoler la cellulose pour la confection des pâtes à papier, de la viscose, etc. (bois d'industrie).

BOIS DE CHAUFFAGE

L'application des bois au chauffage est peut-être la première connue ; elle s'est maintenue jusqu'au moment où l'emploi des combustibles minéraux est devenu presque général. C'est ainsi que les forges (hauts fourneaux), les verreries, les poteries ne s'alimentaient qu'au bois, ce qui liait étroitement la répartition des industries et celle des boisements ; de plus, le chauffage domestique était entièrement approvisionné avec le bois. Actuellement, il est fort peu d'industries qui emploient le bois, et les marchés de bois des grandes villes (Paris, Lyon) perdent leur importance, tandis que la consommation de la houille suit une marche rapidement croissante. La mévente des produits forestiers résulte de cet état de choses, et si la fabrication et la distillation des bois ne venaient absorber la production courante, les prix s'aviliraient encore plus.

Les régions productrices sont en France le Morvan, le Nivervais, la Bourgogne, la Champagne, l'Orléanais pour les feuillus ; la Sologne et Fontainebleau pour les résineux.

Commerce des bois de feu. — On achète le bois au stère ou à la corde ; le bois de moulée est évalué en stères et vaut 6 francs le stère de 480 kilos sur pied, il comprend des brins d'au moins 7 centimètres ; le bois de corde contient des bûches de 3 à 6 centimètres (la menuise), des brins de 2 à 3 (la charbonnette hachée) et du menu ; une corde a pour dimensions $5^m,65 \times 0^m,65 \times 0^m,70$, soit environ 2, 3 stères (de 300 kilos) et vaut 8 francs en forêt.

Le transport des bois se fait par wagons ou par bateaux pour les bois dits *bois neufs*, par radeaux pour ceux dits *bois flottés*; ces derniers ont une puissance calorifique moindre. La conservation des bois de feu doit se faire sous des hangars couverts pour éviter l'absorption de l'eau atmosphérique, et permettre la dessiccation; le bois est sec vers le quinzième mois après la coupe.

La vente des bois de feu se fait au volume ou plus souvent au poids, ce qui entraîne toujours une grosse indétermination, soit à cause des vides, soit à cause de l'humidité contenue. Les formes de vente sont les bûches (rondins et bûches fendues), les fagots, les cotrets et les margotins.

Emploi. — La puissance calorifique du bois est variable avec les essences, les parties de l'arbre et surtout l'état de dessiccation; elle oscille entre 3 000 calories pour le bois ordinaire et 3 500 pour le bois sec (celle de la houille est 7 500). Les bois durs: Chêne, Charme, Frêne, Orme, Hêtre, brûlent d'abord à la surface, puis forment une braise compacte qui chauffe bien et longtemps; les bois tendres : Bouleau, Tilleul, Aulne, Tremble, Peuplier, Sapin et Pin, flambent facilement et brûlent vite. Remarquons la préférence donnée au Bouleau par la boulangerie en raison de sa combustion vive et du peu de cendres qu'il laisse.

La puissance calorifique du Hêtre étant prise pour unité 100, celle du Chêne est 90 et celle du Sapin 70.

CHARBON DE BOIS

Le bois chauffé au-dessus de 150° subit, comme toute matière organique, une décomposition donnant lieu à des produits gazeux : eaux, gaz carbonique, esprit de bois, acide pyroligneux, hydrocarbures (goudrons), et à des produits fixes : charbon et braise. Vers 200°, le charbon est roux, terne, encore résistant (fumerons); à partir de 300°, le charbon est noir, cassant, facilement inflammable; aux températures supérieures, vers 1 500°, il est très solide et dur, sonore, mais difficile à allumer. Le charbon destiné à la fabrication de la poudre noire est préparé à 400°.

Préparation. — Deux procédés permettent d'obtenir le charbon de bois: celui très ancien des meules et celui plus récent des cornues. Ce dernier procédé, fournissant des matières utiles autres que le charbon, sera étudié sous le nom de distillation des bois.

Carbonisation en meules. — La meule s'établit en forêt, sur une aire plane; quatre pieux verticaux, enfoncés dans le sol au centre de l'aire et légèrement écartés, forment l'axe de la meule; autour d'eux on dispose les bûches, soit verticalement en trois lits (meules verticales), soit horizontalement et en deux zones concentriques rayonnantes (meules horizontales). On recouvre la meule de terre pour former la *chemise*, et par un ou plusieurs canaux rayonnants ménagés au bas de la meule, on met le feu. La combustion s'étend peu à peu, il y a exsudation de vapeur d'eau et de produits de distillation, la meule *sue* vers le haut; on la surveille pour combler les vides qui se produisent, pour conserver la chemise intacte et réparer les déplacements produits par les explosions, s'il y a lieu. Bientôt la fumée qui s'échappe du pied de la meule est plus claire, transparente, la période de carbonisation commence; on bat la chemise sur toute la surface de la meule, la combustion se propage à la périphérie, c'est le *grand feu* que l'on conduit lentement. On ouvre à la surface quelques trous d'aérage, et dès que la fumée qui s'en échappe est bleue, on les bouche. La combustion terminée, on laisse refroidir pendant vingt-quatre heures; puis on enlève la chemise, on recouvre de poussier sec, qui pénètre la meule et l'éteint; on attend encore vingt-quatre heures et on tire le charbon.

La carbonisation des bois peut aussi se faire en tas, comme en Allemagne, ou dans des fours primitifs qui sont des sortes de meules à revêtement fixe. Elle permet aussi, avec une disposition spéciale, de recueillir les goudrons, que donnent abondamment les résineux des landes de Gascogne; pour cela on dispose une concavité au centre de la sole surélevée de la meule, et les goudrons s'y accumulent; on les écoule avant d'achever la carbonisation.

Commerce. — Le charbon se vend au sac; le beau sac mesure 150 × 80, il contient 3 hectolitres et pèse 60 kilos;

son prix en forêt est inférieur à 3 francs, il est vendu 5 francs à Paris.

Le rendement de la transformation du bois en charbon est à peine 20 p. 100, la corde de charbonnette donnant 2 sacs et demi de charbon; le procédé suivant donne, entre autres avantages, celui d'un rendement de 22 p. 100. La puissance calorifique du charbon de bois est 7 000 calories.

DISTILLATION DES BOIS

Les produits qui s'échappent du bois quand on le soumet, en vase clos, à l'action de la chaleur sont la vapeur d'eau, le pyroligneux brut (acide acétique $C^2H^4O^2$, méthylène ou alcool méthylique CH^4O, goudrons); il reste dans les cornues du charbon de bois (charbon et braise). Les proportions de ces produits, rapportées à 100 kilos de bois, sont : eau 15 kilos, acide acétique 7 kilos, méthylène 2 kilos, goudrons 3 kilos, et charbon 27 kilos, dont 3 kilos de braise et de poussier.

L'essor de l'industrie de la carbonisation est dû surtout à l'influence de la loi de 1872 fixant le méthylène comme agent de dénaturation des alcools, à la dose de 25 p. 100.

Le méthylène *type régie* doit peser 90 degrés alcoométriques, et contenir au moins 35 p. 100 de matières étrangères, dont 25 p. 100 d'acétone. La proportion de dénaturant fut réduite, en 1893 et 1897 à 15, puis à 10 p. 100, mais l'exportation suffit à l'écoulement des produits, malgré le développement rapide de l'industrie des méthylènes américains. La prospérité de cette industrie, toute française, est intimement liée à l'avenir de nos forêts (taillis), dont elle est le principal débouché.

Fabrication. — L'appareil se compose de cornues en tôle de fer (fig. 17), contenant de 4 à 10 stères de bois (nous prendrons comme exemple une cornue contenant 4 stères de charbonnette, soit 1 200 kilos de bois). Le bois est disposé serré, sans intervalles, la cornue est munie de son couvercle et placée au moyen d'une grue dans un four où elle est chauffée à feu nu (ou bien par la vapeur), jusque vers 1 000 degrés. On fait fumer les cornues jusqu'à ce que la fumée soit bleue, il s'échappe de l'eau, environ 100 litres ; on adapte alors le col de cygne qui conduit

à un serpentin placé dans un réfrigérant. Les produits condensés, environ 600 litres de pyroligneux, sont recueillis ainsi : au début dans un fût pour brun, puis les produits clairs dans la cuve à gris direct, enfin on revient au fût pour brun. Les produits non condensés dans le serpentin sont conduits dans une colonne renfermant du carbonate de soude, dont la liquéfaction provoque, par refroidissement, la condensation com-

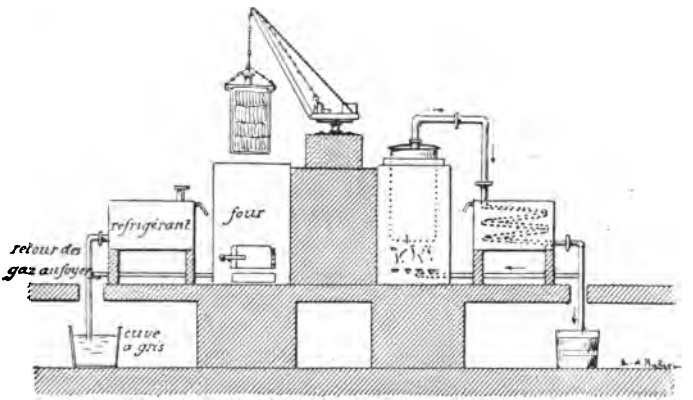


Fig. 17. — Distillation du bois.

plète de l'acide acétique et du méthylène ; enfin les gaz restant sont dirigés dans les foyers où ils brûlent.

Produits. — Au fond des cuves à pyroligneux gris ou brun, se déposent les goudrons, qui peuvent être employés comme combustibles, ou qui sont distillés vers 250° pour l'extraction de la créosote brute. Ce dernier produit purifié, puis soumis à la rectification dans des appareils à colonne donne la créosote pure et le gaïacol (ou méthylpyrocatéchine), qui en outre de leurs applications pharmaceutiques servent à la préparation de la pyrocatéchine, de la vaniline. Le résidu de la distillation des goudrons est du *brai*.

Le pyroligneux, brun ou gris, est traité pour acétate de la façon suivante. Pour l'acétate de chaux, on sature avec la chaux, on distille, ce qui fournit l'alcool à l'état de flegmes,

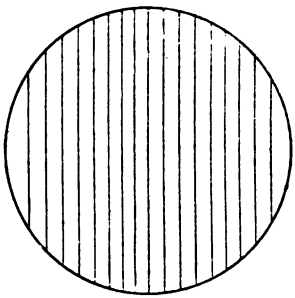
tandis que le résidu est évacué dans des bacs d'évaporation, où on le concentre jusqu'à formation de croûtes cristallines d'acétate ; ces cristaux sont colorés, on les égoutte, on les sèche et on les fritte sur un séchoir, pour volatiliser les goudrons qui les souillent ; le résultat est l'acétate de chaux à 80 p. 100, gris. La préparation de l'acétate de soude se fait de la même manière ; on emploie le carbonate de soude ou sel Solvay, on sature, on déflegme, on cristallise, puis on fritte ; l'épuration parfaite s'achève, en redissolvant les cristaux frittés, en filtrant, puis en cristallisant deux fois ; le résultat est l'acétate de soude incolore, soit en gros cristaux, soit en neige. L'acide acétique et les acétates trouvent leur emploi dans la fabrication des colorants, la teinture, l'impression, la fabrication de la céruse, du pyrolignite de fer, etc...

La distillation sèche de l'acétate de chaux donne des produits volatils, parmi lesquels domine l'acétone ou cétone éthylique $CH^3 COCH^3$. Par des rectifications minutieuses, on sépare l'acétone ordinaire pour méthylène régie de l'acétone pure, qui bout à 56°, et qui sert à la préparation du chloroforme, de l'iodoforme.

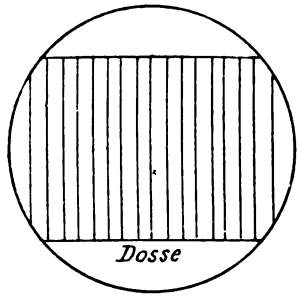
Les flegmes provenant de la distillation des pyroligneux sont rectifiés dans des appareils à colonnes perfectionnés, tels que ceux (Savalle) que nous étudierons pour les alcools ; on sépare ainsi le méthylène impur pour dénaturation, le méthylène ordinaire pour certains vernis et le méthylène pur pour les couleurs d'aniline et le formol ou formaldéhyde HCOH, qui s'obtient par oxydation ménagée et qui est un désinfectant, un antiseptique puissant.

BOIS D'ŒUVRE

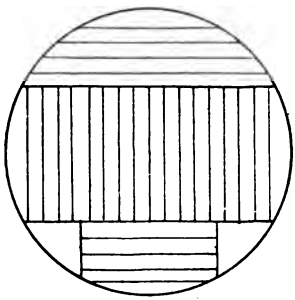
Le bois est une matière non homogène, orientée dans le sens de ses fibres, présentant des plans de fente, et susceptible d'être employée de façons bien diverses. Sans détruire la continuité de la fibre, c'est-à-dire en laissant au bois toute sa résistance, on utilise le bois écorcé (pieux, poteaux télégraphiques) ou le bois courbé ; de même pour le bois fendu (échalas) ou fendu sur maille (douves de tonneau). Tout en tenant compte du fil du bois, on le divise par la scie en pièces de diverses dimensions (bois de sciage), depuis les pièces de



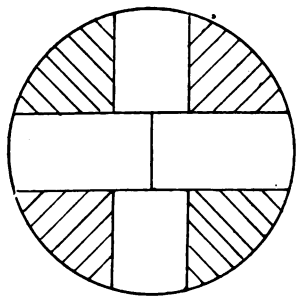
1r mode



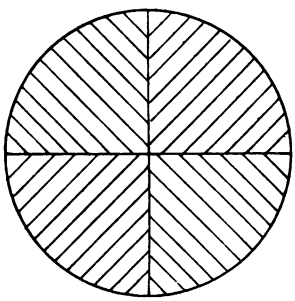
2e mode



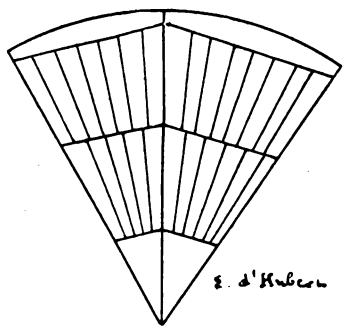
3e mode



5e mode mixte



4. Méthode Hollandaise



6. Débit sur maille

Fig. 18 à 23. — Débit du bois.

charpente, jusqu'à celles de menuiserie, d'ébénisterie; on peut même produire des feuillets minces (placages), par ce moyen ou par l'action de lames tranchantes (bois tranchés); enfin, les bois à grain régulier sont avantageusement travaillés au tour (bois tournés).

La difficulté d'établir une classification linéaire des bois selon leurs emplois, certains bois étant sciés, puis tournés, d'autres étant courbés, puis sciés, nous fait adopter un simple ordre d'étude.

Bois de sciage. — Le *sciage de long*, ou débit des bois en long, se fait près de la forêt, au moyen de scies, en observant les prescriptions suivantes : le bois travaillant sous l'influence de l'humidité ou de la sécheresse, on se rapproche du débit sur mailles (rayons médullaires) autant que possible, et on cherche à obtenir des planches de largeur constante, en accord avec les types consacrés. Les scies employées sont des lames d'acier, dont un des bords est denté, les dents triangulaires étant alternativement écartées d'un côté et de l'autre du plan de la lame (voie de la scie) (fig. 24); elles sont mues à bras (sciage de long) ou au moteur; les premières sont alternatives, les autres peuvent être à action continue, comme la scie à ruban (sans fin) ou la scie circulaire; on emploie aussi les scies à lames multiples.

Les figures 18 à 23 montrent quelques types de débit; le premier donne des planches de largeurs inégales, le deuxième perd deux dosses, le troisième est plus rationnel; le quatrième (méthode hollandaise) se rapproche du débit sur maille (fig. 23); le cinquième est mixte, donnant madriers et planches.

Les produits obtenus sont classés suivant dimensions en : poutre, panne, chevron, pour la charpente ; gros battant, chevron, petit battant, membrure, entrevous, planche ou échantillon, panneau, volige, pour la menuiserie; ces derniers types sont aussi employés en ébénisterie.

La vente en est faite au cube pour les fortes épaisseurs, au mètre superficiel pour les planches.

En menuiserie et en ébénisterie, le travail de ces bois est effectué au moyen de nombreux outils dont les principaux sont : les *scies* (fig. 24) pour le débit, les *rabot* (fig. 29 et 30) et

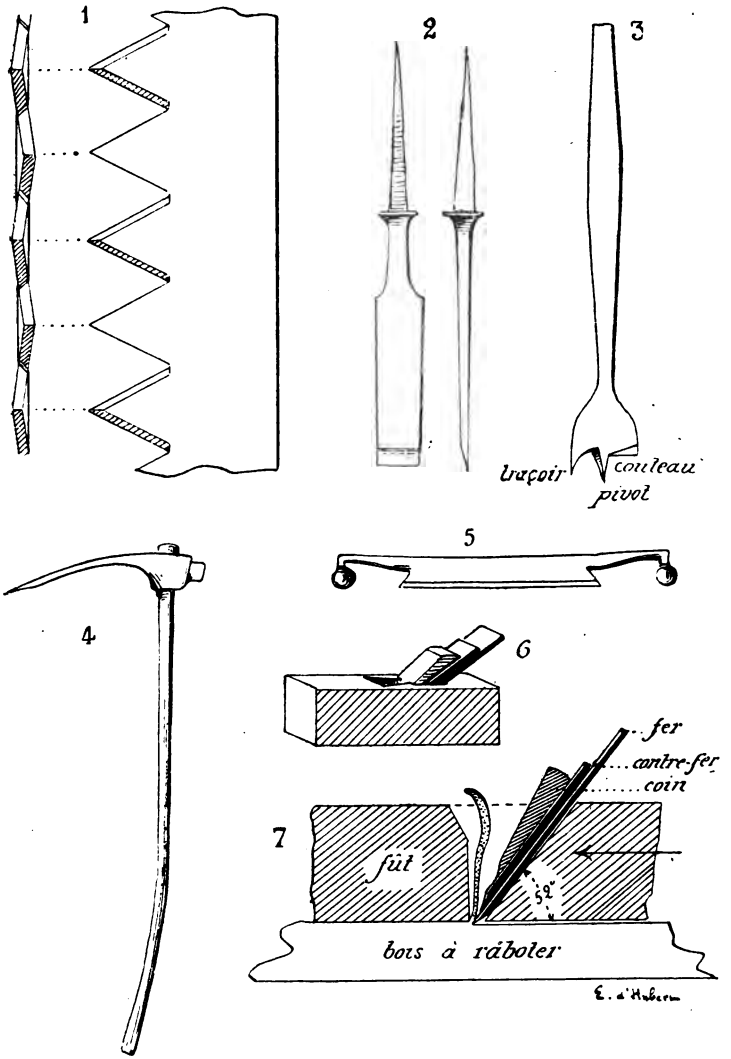


Fig. 24 à 30. — Outils à travailler le bois.

1, scie, profil et face ; 2, ciseau à bois ; 3, mèche anglaise ; 4, herminette du charpentier ; 5, plane du tonnelier ; 6 et 7, rabot.

varlope pour le corroyage et le dressage, les *ciseaux* (fig. 25) et machines à forer (fig. 26) pour la confection des assemblages. Le charpentier emploie la *doloire*, grand couperet à lame courbe, l'*herminette* (fig. 27) pour planer ou creuser les faces, et surtout la *bisaiguë* ou double ciseau. Un travail plus rapide et plus économique est produit par les machines-outils, la *raboteuse* à attaque rectiligne, la raboteuse à lame coupante tournante, la *toupie*, etc.

Les placages sont des feuillets de bois de un millimètre ou moins d'épaisseur, obtenus au moyen de scies dans une bille de bois, ou bien tranchés par une lame coupante sur le pourtour d'une bille ronde que l'on déroule ainsi presque entièrement. Ils permettent de tirer un excellent parti des dispositions ornementales que forment les veines des bois, en reproduisant les dessins sur chaque feuillet; de plus, ils économisent les bois précieux et, par le croisement de leurs fibres avec celles des bois plus communs qu'ils recouvrent, ils atténuent le retrait dû à la sécheresse. L'adhérence des placages sur le bois massif est obtenue au moyen de colle de gélatine ; l'association harmonieuse de placages de couleur et dessin variés constitue la *marqueterie*.

Bois de marine. — Le tarif pour la recette des bois comprend trois divisions : les *bois droits* ou très peu courbés, demi-baux, barrots de gaillard, plançons pour bordages ; les *bois courbants*, à courbure régulière, simple ou double (bois à deux bouges); les courbes ou bois brusquement courbés. On emploie le Chêne pour la membrure, le Hêtre pour la quille, tandis que les doublages, les mâts et les espars sont en Pin ; le prix en est établi au tarif, à la pièce et non au cube.

Bois de fente. — Le débit au couteau, dans la direction des fibres ligneuses, fournit des bois de qualité, et comme les vaisseaux ligneux n'ont pas été sectionnés, le bois reste impénétrable aux liquides d'une face à l'autre. Les *merrains*, produits avec du Chêne, du jeune Châtaignier, même du Sapin, sont employés pour la tonnellerie (tonneaux à vin, tonneaux d'emballage des matières sèches). Pour débiter les merrains, on scie les billes à la longueur, on fend au couteau en prismes; on retire le cœur et l'aubier, puis on débite sur maille, en gar-

dant une épaisseur type ; les douves produites sont dites longailles, douelles, fonçailles, fonds ; elles ne doivent présenter ni nœuds, ni défauts. Les cercles se font par fente de Coudrier, Châtaignier, etc.

Comme autres bois de fente, signalons les échalas, les allumettes, les manches d'outils, les bois pour la saboterie, la boissellerie, le charronnage. Les charrons emploient de préférence l'Orme, le Hêtre, le Frêne, le Chêne et le Charme.

Aux bois de fente on peut joindre les *bois d'ouvrage* pour la raclerie (battoirs, pelles à four, etc.), la layeterie.

Bois de mine et de travaux publics. — La construction et l'entretien des pilotis dans les ports utilisent surtout des pilots de Chêne et d'Aulne. Les boisages dans les mines, particulièrement dans les houillères, dépensent beaucoup de bois : Châtaignier, Chêne, Pin, Aulne, Frêne ; ces bois, écorcés, sont assemblés à mi-bois. Dans les petites galeries, le boisage comprend la semelle, les deux montants et le chapeau ; dans les grandes, on dispose des poteaux de soutènement.

Les voies ferrées emploient les traverses de Chêne pour les croisements et les aiguilles, aussi le Hêtre et le Pin des Landes ; on peut estimer la dépense annuelle en France à 3 500 000 traverses, de prix moyen 5 fr. 50, dont 2 500 000 pour le remplacement : la dépense résultante est environ 20 millions de francs. Les poteaux télégraphiques et téléphoniques sont en Sapin injecté, ils forment une dépense annuelle de 3 millions de francs. Le pavage en bois, qui se répand de plus en plus, particulièrement à Londres et à Paris, a employé successivement le Pin sylvestre de Suède, le Pin maritime des Landes, le Pitchpin d'Amérique, qui sont des résineux, puis les bois exotiques, plus chers mais plus résistants et durables : le Teck de Java, l'Eucalyptus d'Australie, les bois de Liem de l'Annam. Il est à désirer que les bois excellents que renferment notre Congo et Madagascar conquièrent le marché des grandes villes françaises. Les pavés de bois, après créosotage, sont disposés *de bout* (hauteur 15 centimètres), de façon que les efforts soient dans la direction des fibres, ils sont alignés en rangées séparées par un joint en mortier de ciment ; la surface à recouvrir doit être préparée avec soin et bétonnée.

BOIS D'INDUSTRIE

Certaines industries emploient le bois pour la cellulose qu'il contient et lui font subir des transformations qui ont pour principal but d'isoler cette matière et de l'employer pour ses qualités propres de souplesse, ou bien de la transformer en divers produits chimiques. Réservant l'étude de ces industries à des fascicules spéciaux, nous nommerons les industries de la pâte de bois (pâte mécanique et pâte chimique) pour papiers, de la pâte de paille, de la fabrication de l'acide oxalique, etc.

Nous dirons quelques mots d'une matière, la *viscose*, qui paraît devoir concurrencer le celluloïd en raison de sa belle transparence et de son prix environ moitié moindre. Tandis que le celluloïd se prépare en partant du coton, la viscose résulte du traitement de la pâte de bois (pâte au sulfite) par le sulfocarbonate de potasse; la masse est dissoute ou plutôt gonflée par l'acide acétique; on moule, puis on entraîne l'acide par un courant de vapeur qui permet sa récupération.

STATISTIQUE DES PRODUITS FORESTIERS

MÉTROPOLE

Données géographiques. — La surface de notre sol couverte de forêts est 9 000 000 d'hectares, soit 6 p. 100 du sol; et il reste environ un million d'hectares de régions à reconquérir. Les plus importants massifs forestiers sont dans les Alpes, les Pyrénées, les régions anciennes des Maures et de l'Esterel; vers le centre, le plateau Central, les forêts d'Orléans, de Fontainebleau, de Compiègne; puis les forêts du Morvan, du Nivernais, de l'Argonne, des Ardennes, du Jura, de la Lorraine et des Vosges. Les plus belles forêts appartiennent au Domaine; citons les splendides futaies de Chêne de Bercé (Sarthe) et la forêt de Sapins de Levier (Doubs).

Produits ligneux. — Les coupes annuelles fournissent 36 000 000 de stères de bois pour une valeur de 250 000 000 de

francs. Un cinquième seulement de la production est du bois d'œuvre; le reste, soit 80 p. 100, est employé comme bois de feu, bois à distiller; aussi l'avenir des forêts de France est-il dans la préparation des produits pyroligneux, des méthylènes, dont nous avons fait mention.

Données économiques. — Les statistiques du *commerce spécial* indiquent l'insuffisance de la production indigène; elles donnent (1) :

	Importations.		*Exportations.*		
	Tonnes.	Millions de francs.		Tonnes.	Millions de francs.
Bois de construction.	1 200 000	110	.....	140 000 (1899)	12
Merrains	130 000	24			
Bois d'ébénisterie...	32 000	8	Autres bois.	800 000 (1899)	32
Résineux exotiques.	2 500	5			
Meubles et ouvrages.	11 000	10	.....	91 000	32

L'importation des charbons de bois est en décroissance et est tombée de 16 000 tonnes (1890), à 6 000 (1895), et à 5 500 1899); les valeurs correspondantes étant (en millions) : 1, 3, 0,55 et 0,48.

Prix moyens. — Les prix de ces diverses matières sont, pour la tonne :

		A l'importation.	*A l'exportation.*
Bois de construction (ronds).....	Chêne...	85 francs.	75 francs.
	Noyer...	180 —	100 —
Traverses de chemin de fer.....	Chêne...	70 —	75 —
	Autres ..	60 —	65 —
Bois sciés (épaisseur inférieure à 8cm) ..	Chêne...	150 —	145-180 —
	Noyer...	90 —	100-1 000 —
	Autres ..	95 —	100 —

Droits de douane. — Les droits qui frappent les produits étrangers à l'entrée en France sont calculés d'après un double tarif; l'un, dit *tarif minimum*, est applicable à tous les produits originaires de pays qui accordent un traitement de faveur aux produits français; l'autre, le *tarif général*, est applicable dans les autres cas. Le tarif minimum est appliqué à tous les produits européens, sauf ceux originaires du Portugal.

(1) Les chiffres fournis se rapportent à la période quinquennale 1895-1900; ils sont arrondis et donnent des moyennes. Dans le cas d'importantes variations, l'année est indiquée.

Les droits désignés par ces tarifs peuvent être augmentés de deux surtaxes; l'une, dite *surtaxe d'origine*, est due par les produits d'origine européenne qui ne sont importés d'ailleurs que du pays de production; l'autre, dite *surtaxe d'entrepôt*, est due par les produits d'origine extra-européenne, importés des entrepôts d'Europe. En raison de la complication qui résulterait de l'indication de ces surtaxes, nous donnerons seulement les droits principaux.

Pour les bois, les droits sont perçus sur les poids bruts, indiqués dans les tableaux par la lettre B. Les poids bruts sont ceux qui résultent de la pesée cumulée du contenant et du contenu.

		Tarif général.	Tarif minimum.
		fr.	fr.
Bois communs (par 100 k. B).	Bois ronds bruts.....	1,00	0,65
	Bois sciés, épaisseur supérieure à 80 millim..	1,50	1,00
	Bois sciés, épaisseur de 35 à 80 millim.....	1,75	1,25
	Bois sciés, épaisseur inférieure à 35 millim ..	2,50	1,75
	Pavés.....	2,50	1,75
	Merrains	1,25	0,75
	Bûches, fagots et bourrées.....	0,20	0,20
	Bois résineux en rondins.	0,03	0,02
	Charbons de bois.....	1,50	1,00
	Paille ou laine de bois..	0,75	0,50
	Lièges.....	3,00	exempts.
Bois exotiques et buis (par 100 k. B).	en bûches ou sciés, à plus de 2 décimètres d'épaisseur.....	exempts.	exempts.
	sciés à moins de 2 décimètres d'épaisseur....	1,50	1,00

Les bois injectés ou ayant subi une préparation chimique quelconque subissent des droits majorés de 20 p. 100.

Statistique du travail. — La population forestière, en dehors des 8 000 personnes qui relèvent des exploitations de l'État et des communes, comprend 70 000 personnes, soit 0,4 p. 100 de la population active. A ce nombre il faut ajouter 700 personnes occupées à la carbonisation et à la distillation

du bois (en usine), et réparties surtout dans la Côte-d'Or la Nièvre, la Mayenne; et 300 personnes fabriquant les allumefeux, dans la Seine, les Landes, la Gironde.

Les industries du bois occupent 700000 personnes, soit 4 p. 100 de la population active. Les départements les plus importants à ce point de vue sont :

L'Oise	avec	22 300	personnes,	soit	5 p. 100	de sa population.
La Gironde	—	25 600	—	—	3 —	—
Le Jura	—	7 700	—	—	2,9 —	—

Dans le département de l'Oise, les travailleurs sont ainsi groupés :

Forêts de l'État ou des communes.....	175	personnes.
Forêts (total).....	2216	—
Coupe de bois, bûcherons.....	2140	—
Charbonniers en forêt.....	37	—
Marchands de bois de construction.....	188	—
Charpente en bois.....	1155	—
Menuiserie de bâtiment.....	1709	—
Sciage de long.....	350	—
Charronnage, fabrique de voitures.....	1014	—
Caisses d'emballage.....	346	—
Bois pour galoches, brosses, fusils.....	152	—
Fibre de bois.....	60	—
Tonnellerie	265	—
Ustensiles de ménage en bois.....	120	—
Saboterie.....	67	—
Outils en bois.....	42	—
Cercles et cerceaux.....	25	—
Fabrique d'ameublement.....	977	—
Chaises et fauteuils.....	982	—
Sculptures sur bois.....	11	—
Tournage de bois.....	229	—
Découpage de bois.....	105	—
Tabletterie	1078	—

COLONIES

Nos colonies, particulièrement celles d'Afrique et d'Amérique qui avoisinent les tropiques, sont couvertes d'immenses forêts dont les essences sont souvent utilisables; l'exploration et les recherches scientifiques sont suffisamment avancées

pour que la connaissance de la valeur des bois coloniaux affirme leurs qualités. Il ne manque qu'une sanction à ces études, celle que donne la pratique, et il faut regretter que les essais industriels n'aient pas mieux indiqué au commerce la direction à suivre. En dehors des bois de teinture et du liège, nos colonies recèlent des bois de construction, de pavage et surtout d'ébénisterie qui supplanteraient avantageusement ceux que nous achetons sur les marchés étrangers (Hambourg).

Algérie. — Les forêts algériennes couvrent plus de 3 millions d'hectares, dont 2 500 000 appartiennent à l'État. Dans cette évaluation, il faut comprendre plus de 400 000 hectares occupés par les peuplements de Chêne-liège. La prédominance est dévolue aux espèces à feuillage toujours vert (Pin, Sapin, Cèdre, Genévrier); les feuillus ne forment que des bouquets ou des petites forêts de plaine. La flore rappelle beaucoup celle de l'Espagne, de la Provence, de l'Italie, et contient en outre des plantes d'importation: Eucalyptus, Dattiers, Orangers, Opuntias (Figuiers de Barbarie). Les essences les plus répandues sont le Pin d'Alep et le Chêne vert.

L'Algérie se suffit en bois de feu et en charbon de bois; elle emploie pour ses traverses de chemin de fer le Chêne zéen, le Cèdre, le Pin maritime, et importe le reste de France (Pin des Landes) et de Tunisie. Les bois de sciage qu'elle utilise sont fournis par l'importation ; de même les merrains lui viennent de Russie, de Bosnie, de Hongrie.

Le commerce spécial donne (1900) :

	D'Algérie en France.		De France en Algérie.	
	Tonnes.	Francs.	Tonnes.	Francs.
Bois communs	85	22 000	17 000	1 600 000
Merrains			3 000	540 000
Bois de feu	63	1 100	135	2 200
Charbon de bois	38	3 300	26	2 000
Meubles et ouvrages en bois.	560	120 000	33 560	9 000 000

Autres colonies. — Nos colonies contiennent surtout des bois de teinture, dont nous ne parlons pas ici, des bois d'ébénisterie et des bois de construction.

La côte occidentale d'Afrique fournit l'ébène, « l'acajou de la côte d'Afrique »; le Congo a exporté (1898) 1 400 tonnes

d'ébène pour 400000 francs; la côte d'Ivoire 12000 tonnes d'acajou, dont 1 600 seulement pour la France. Madagascar et ses dépendances, Mayotte, Nossi-Bé, et Sainte-Marie de Madagascar ont exporté 280 tonnes (1896), 450 tonnes (1897), 940 (1898) de bois divers: acajou natte rouge, acajou natte clair, inzi, etc... La moitié environ des bois de cette colonie est destinée à la métropole (en 1898, 50 000 francs sur 130000).

L'Indo-Chine française, dont le sol est couvert de forêts, exporte environ 2 000 tonnes pour 200 000 francs; la France en reçoit moins de la moitié.

La Nouvelle-Calédonie, très boisée, importe cependant des bois; la richesse qu'elle tirait de l'exportation de ses bois de Santal est épuisée.

Le commerce des autres colonies est insignifiant et ne fait pas l'objet d'une désignation spéciale dans les statistiques.

En résumé, la France tire de ses colonies une proportion minime des bois qu'elle exporte, et il ne tient qu'à ses commerçants de diminuer dans une grande mesure le tribut qu'ils paient annuellement à l'étranger. Les importations totales donnent les chiffres suivants (moyennes de 1890 à 1900):

	Tonnes.				
Bois d'ébénisterie en bûches...	10 000	dont	20	p. 100	des colonies.
— autres...	17 000	—	5	—	—
— sciés.....	4 600	—	0	—	—
Bois odorants.	550	—	0	—	—

Avenir. — Les besoins toujours croissants de l'industrie font appel à toutes les sources de matières premières, et les produits des forêts ne peuvent perdre la grande importance qu'ils ont toujours eue; mais la spécialisation de plus en plus grande des besoins oblige à considérer la forêt comme un producteur des matières qu'elle donne en abondance et avantageusement. Les produits forestiers bruts ne sauraient le plus souvent lutter contre les produits similaires naturels ou artificiels; les combustibles minéraux pour le chauffage, les métaux pour la construction ont relégué le bois au second plan; cependant il reste des domaines industriels où le ligneux, ses dérivés et ses accessoires ont une suprématie incontestable. Nous devons

donc penser que l'avenir des industries des forêts et des bois est la préparation des pâtes de bois, des celluloses et des dérivés; en outre, la fabrication des pyroligneux, des méthylènes et accessoirement du charbon.

Les forêts françaises ont donc un rôle multiple; par leur influence salutaire sur les climats, par leur action sur les sols qu'elles fixent, elles doivent mettre en valeur les terres incultes, landes, garrigues, contreforts et sommets des montagnes; par les menus bois de feu et d'œuvres qu'elles fournissent, elles peuvent alimenter le marché intérieur en ces sortes de bois. Quelques forêts domaniales étant réservées à la production des bois pour grands travaux, les Landes donneront les traverses de nos chemins de fer, les pavés de nos villes. Une grande partie des petits bois sera distillée et approvisionnera nos usines de produits chimiques, tandis que les écorces à tan et les résines serviront au travail des cuirs et à la fabrication des térébenthines. La France peut tirer de ses colonies un grand nombre de bois et produits forestiers; l'Algérie et la Tunisie donnent le liège; le Congo, Madagascar, la Guyane peuvent fournir les bois de construction, de pavage et d'ébénisterie dont nous avons besoin. Les excédents nécessaires pour l'approvisionnement de nos chantiers et de nos papeteries seront seuls demandés à l'étranger.

La spécialisation des forêts est la conséquence nécessaire de cette évolution industrielle, et ainsi qu'on fait de la culture fruitière, on fera bientôt (comme au Japon par exemple) de la culture forestière, destinée à produire la quantité maximum de ligneux à l'état le plus propre aux emplois ultérieurs. L'étude de nos belles forêts des Landes et des forêts de Chêne-liège de nos possessions du Nord-Afrique ne peut que nous fortifier dans cette conviction.

LE LIÈGE

Le liège est l'écorce de quelques Chênes de la région méditerranéenne, utilisée en raison de son élasticité, de son imperméabilité ou de sa faible densité, 0,24 (le bois le plus léger est le Peuplier blanc d'Espagne avec 0,32).

Les Chênes-liège (*Quercus suber*) seuls produisent le bon liège ; il existe quelques faux lièges, qui donnent des produits peu épais et de qualité médiocre, ce sont : le *Quercus Pseudosuber* d'Italie, le *Q. Morizii* de Sardaigne, le *Q. Fontanesii* de France et un ou deux hybrides du Chêne-liège, vivant en Espagne et en Algérie-Tunisie. Citons aussi la variété *Q. occidentalis* du Portugal et des Landes.

La formation, la croissance et les caractères anatomiques du liège ayant été étudiés d'autre part (1), examinons son mode de développement. L'écorce naturelle du Chêne-liège peut atteindre environ 15 centimètres, mais elle n'a pas les qualités de souplesse recherchées et elle n'est pas exploitée; on en fait des flotteurs pour soutenir les filets de pêche. Si on laisse l'arbre devenir très vieux, son écorce ne peut servir que comme écorce à tan et on l'extrait en abattant l'arbre.

Pour l'exploitation du liège, on commence par opérer le *démasclage*, qui consiste à arracher l'écorce naturelle ou *liège mâle*, pour provoquer la formation d'une écorce souple, dite *liège de reproduction* utilisable. Cette opération fut commencée méthodiquement dans les forêts de l'État en Algérie en 1884, en Tunisie (région kroumirienne) en 1883.

Démasclage. — Cette opération ne doit se faire que sur les arbres dont le diamètre est d'au moins 15 centimètres (un demi-mètre de tour, douze ans environ), elle comporte la limitation de la surface productive à une hauteur de 1^m, 40, au moyen d'un trait de scie, puis l'enlèvement du liège mâle

(1) Voy. p. 15.

naturel. Sur les arbres âgés, on démascle les branches, et on réserve l'écorce naturelle du tronc. Les arbres démasclés se garnissent assez vite de liège nouveau, mais ils n'en restent pas moins exposés pendant les deux premières années au moins aux atteintes des incendies, le plus grand fléau des forêts algériennes et des forêts du Var.

Levage du liège. — Peu à peu, la surface dénudée du tronc se recouvre de liège souple, et celui-ci atteint en dix ans une épaisseur d'environ $2^{cm},5$, épaisseur minimum que doivent avoir les planches de liège. Les produits sont meilleurs quand la croissance en est plus lente, et leurs qualités dépendent des arbres eux-mêmes. Quand le tronc grossit, on élève la hauteur de la zone exploitée, en la maintenant au double du diamètre de l'arbre, et sur les gros arbres qui produisent du *liège gras*, de rebut, on exploite les branches seulement.

Les planches de liège doivent être levées aussi grandes que possible, et on évite les casses qui peuvent se produire dans le port en levant les écorces en pleine sève. La face intérieure du liège ne doit pas être exposée au soleil, et on doit éviter de placer les planches sur le sol sablonneux, car les grains de sable ainsi introduits détériorent les couteaux de travail et donnent des bouchons rugueux.

Le liège de reproduction est transporté en des lieux de dépôt, puis vendu par adjudication, à un prix déterminé par quintal métrique (100 kilos).

Préparation. — Le liège brut, vendu en septembre, est soumis à un *bouillage* dans de grandes chaudières en cuivre, pendant environ trois quarts d'heure; le liège gonfle, ses pores se resserrent et sa souplesse augmente. On procède ensuite au *raclage*, qui a pour but d'enlever la croûte ligneuse externe (non comptée dans l'épaisseur du liège brut); le raclage se fait à la main ou à la machine. Les planches sont alors taillées sur les quatre côtés en plaques rectangulaires, puis triées et mises en balles.

Classement. — Les différentes qualités de liège sont réparties par grosseur: 31 millimètres et au-dessus pour les *lièges épais*; 26 à 30 pour les *marchands*; 23 à 25 pour les *bâtards* et

22 pour les *minces*. Chacun de ces groupes comprend les qualités diverses, du surfin à l'ordinaire.

Emplois. — Le principal emploi du liège est la fabrication des bouchons, qui se fait ordinairement dans les pays producteurs ; cependant la France, l'Allemagne et la Russie en fabriquent une énorme quantité.

Le bouchon est fait à la machine au moyen d'une sorte de tour ; on les fait *dans la longueur*, c'est-à-dire dans le sens du fil du liège, ou à contre-grain, perpendiculairement aux fibres. Les plaques de liège étant débitées en prismes carrés, on les pince entre deux petits plateaux dont l'un est muni de trois ou quatre petites pointes ; ainsi saisi par ses faces, le liège est entraîné dans un mouvement de rotation et fait un tour devant un couteau à tranchant vif qui s'avance en même temps. Le bouchon fabriqué est rendu libre et fait place à un nouveau prisme de liège. La machine se règle pour les diverses grosseurs et peut donner des bouchons cylindriques ou coniques.

Les sortes sont : le bouchon cylindrique, le conique, la bonde (débitée à contre-grain) et la topette ou petit bouchon de pharmacie. Les prix varient de 150 francs le mille (Champagne) à quelques francs (ordinaire). Le mille de bouchons de 15 à 17 lignes (soit 34 à 38 millimètres) de hauteur pèse de 2^{kg},6 à 3 kilos.

On emploie encore le liège pour la confection de bouées de sauvetage, de flotteurs pour filets, de plaques pour descentes de bains, de revêtements de poulies et d'appareils à protéger contre le froid, de semelles, etc.

Les déchets et la sciure sont employés dans la préparation du *linoléum* et des *agglomérés* pour la construction (liégine).

Pour fabriquer le linoléum, on réduit le liège en poudre très fine au moyen de meules d'émeri animées d'un rapide mouvement de rotation ; on mélange cette poudre avec de l'huile de lin oxydée et du siccatif (litharge). La pâte est étendue sur une toile et le tout est entraîné sur des rouleaux chauffés, qui règlent l'épaisseur du produit et le durcissent.

La liégine est faite de poudres de liège agglomérées avec un lait de chaux, puis comprimées à la presse hydraulique dans

des moules chauffés. Les matériaux ainsi fabriqués sont employés pour confectionner des cloisons légères, amortissant les bruits ; on en garnit les intervalles entre planchers et plafonds, et, pour ces usages, on ne saurait employer le liège seul à cause de sa combustibilité.

La carbonisation des déchets de liège en vase clos donne le *noir d'Espagne*, employé pour encre d'imprimerie, encres lithographiques, encre de chine et peinture fine.

Commerce. — La production actuelle du liège est d'environ 100000 tonnes, et la consommation, égale, est relative à

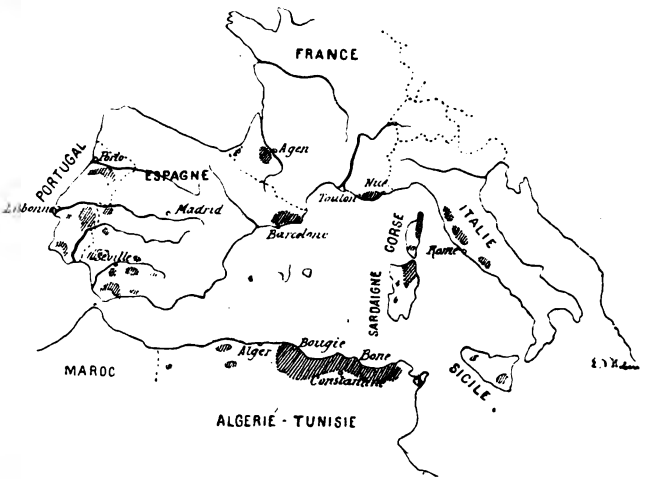


Fig. 31. — Pays producteurs du liège.

la fabrication des bouchons pour les 9/10 de cette quantité (soit 13 milliards de bouchons). La consommation va sans cesse en croissant et l'avenir des producteurs de liège paraît brillant.

Les principaux pays producteurs sont le Portugal, l'Espagne et l'Algérie (fig. 31). Les forêts de Chêne-liège sont réparties en Algérie sur une zone littorale, dite *région du Chêne-liège*, de 60 à 70 kilomètres de largeur, où les pluies sont assez

abondantes et où l'humidité est constante. Cette zone s'étend dans la région de Bougie à l'extrémité est de la Khroumirie (Tunisie); le Chêne-liège vit jusqu'à l'altitude de 1 300 mètres; il se développe très bien sur les sols siliceux, surtout sur les sols formés par la désagrégation des roches anciennes (granits, porphyres) et sur les sols gréseux. La surface des forêts de l'Algérie est de 425 000 hectares, dont 280 000 à l'État; celle des forêts tunisiennes est 80 000 hectares : leur production est respectivement de 10 000 et de 1 500 tonnes de liège, valant plus de 2 millions de francs.

Quatre régions françaises produisent du liège; le Var, où le Chêne-liège, mélangé au Pin maritime, couvre une partie des Maures et de l'Esterel, sur une surface de 113 000 hectares; le Lot-et-Garonne avec 11 000 hectares; les Landes avec 13 000 et la Corse avec 16 000. On estime à 12 000 tonnes le liège récolté; celui des Landes et de la Corse est très beau, celui du Var est un peu ligneux par suite de mauvaise conduite des exploitations.

L'Espagne fournit d'excellent liège provenant de ses trois provinces de Catalogne, d'Estramadure et d'Andalousie; la surface de forêts est de 300 000 hectares produisant 25 000 tonnes. Ce liège est d'excellente qualité, et la Catalogne fabrique surtout les bouchons à Champagne, dont l'Espagne exporte 2 milliards. Il semble que les forêts d'Espagne, exploitées sans prévoyance, ne pourront pas maintenir leur production à ce taux, la régénération des peuplements n'étant pas assurée.

Le Portugal a une surface de 600 000 hectares de forêts de Chêne-liège, formant des exploitations modèles, les arbres y étant spécialement traités en vue de la production des écorces sur le tronc et les grosses branches; la récolte annuelle de bon liège est de 45 000 tonnes.

L'Italie, la Sardaigne et la Sicile possèdent près de 100 000 hectares de forêts de Chêne-liège, mais la production est très réduite.

Les pays producteurs de liège en consomment une faible partie, sauf la France qui absorbe une part de la production de l'Algérie pour sa consommation intérieure et l'exportation;

les grands pays importateurs sont l'Allemagne, la Russie, l'Angleterre et l'Amérique. Il est à souhaiter que l'exploitation méthodique de nos forêts algériennes permette à notre belle colonie de conquérir sur le marché du liège la place très importante à laquelle elle a droit ; le liège algérien, tout d'abord peu estimé, comme étant de première reproduction, acquiert peu à peu la réputation de bon liège et voit grandir chaque jour ses débouchés.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 5

LE BOIS 7

Caractères anatomiques des bois 7

Formation et croissance des bois 7

Formation 8
Croissance 13
Bois 13
Mailles 14
Liber 15
Liège 15

Caractères physiques des bois 18

Couleur 18
Dureté 18
Densité 18
Aspect et grain 18
Qualités mécaniques 19
Action de l'eau 19

Caractères chimiques des bois 20

Composition chimique des végétaux 20

Cellulose 21
Xylane, lignine, vasculose 23
Autres matières contenues dans le bois 25

Essences ligneuses 25

Classification des bois 26

Bois durs 26
Bois blancs 26
Bois fins 27
Bois résineux 28
Bois exotiques 28

Principales essences 29
Chêne 29
Noyer 31
Hêtre ou foyard 31
Peuplier 32
Poirier 32
Buis 32
Sapin 34
Pin 34
Acajou 35

Production des bois 35
Forêt sauvage 36
Forêt aménagée 40
Futaie régulière 42
Futaie jardinée 44
Taillis régulier 44
Taillis fureté 45
Taillis sous futaie 45

Commerce des bois 46
Exploitation de la forêt 46
Capital forestier 47
Revenu forestier 47
Rente forestière 47
Commerce des bois 48
Vente des coupes 48
Cubage d'un arbre 49
Cubage d'un arbre abattu 49
Cubage d'un arbre sur pied 50
Cubage des branches et de la cime 51
Cubage d'une coupe 51
Abatage des arbres 52
Façonnage des produits 54
Équarrissage 54
Transport des produits 54

Conservation des bois 56
Altérations en forêt 56
Défauts des bois 60
Bon bois 60
Altérations des bois en œuvre 61
Procédés de conservation des bois 62

Séchage naturel..... 63
Flottage et immersion..... 63
Coction et vaporisage..... 64
Carbonisation et flambage..... 64
Enduit..... 64
Injection..... 64

Procédé J. Bethell..... 65
Procédé Boucherie..... 65
Procédé Rütgers..... 66
Procédé Nodon et Bretonneau..... 67
Procédé Karitschkoff..... 68

Utilisation des bois..... 69

Bois de chauffage..... 69

Commerce des bois de feu..... 69
Emploi..... 70

Charbon de bois..... 70

Préparation..... 71

Carbonisation en meules..... 71

Commerce..... 71

Distillation des bois..... 72

Fabrication..... 72
Produits..... 73

Bois d'œuvre..... 74

Bois de sciage..... 76
Bois de marine..... 78
Bois de fente..... 78
Bois de mine et de travaux publics..... 79

Bois d'industrie..... 80

Statistique des produits forestiers..... 80

Métropole..... 80

Données géographiques..... 80
Produits ligneux..... 80
Données économiques..... 81
Prix moyens..... 81
Droits de douane..... 81
Statistique du travail..... 82

Colonies..... 83

Algérie..... 84
Autres colonies..... 84
Avenir..... 85

LE LIÈGE 87

Démasclage 87
Levage du liège 88
Préparation 88
Classement 88
Emplois 89
Commerce 90

4410-02. — Corbeil. Imprimerie Éd. Crété.

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, 19, RUE Hautefeuille, PARIS

Encyclopédie Industrielle

Collection de volumes in-16 illustrés de figures

à 5 et 6 francs le volume cartonné

L'Industrie chimique en Allemagne, son organisation scientifique, commerciale, économique, par A. TRILLAT. 1900. 1 vol. in-16 de 550 pages, avec fig., cartonné..... 5 fr.

La situation générale de l'Allemagne, au point de vue commercial, économique et géographique. Description et situation présente des industries chimiques, cimentaires, céramiques et salines; la grande industrie minérale: acides, alcalis et dérivés, sulfate cuivreux, soude, potasse, etc.; l'industrie des produits colorants de la pharmacie et de la diagnostic; l'industrie des couleurs organiques et minérales, engrais, sels ammoniacaux, azotaïs, industries sucrières, gélatine, céramique, gravures, verrerie, etc.; industries électrochimiques et électrométallurgiques. L'organisation économique et commerciale nationale. L'organisation scientifique, l'enseignement de la chimie appliquée, mises au service et progrès des industries en Allemagne, rôle des chambres de commerce et des associations professionnelles, protection des brevets, etc.

L'Industrie chimique, par A. HALLER, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, correspondant de l'Institut. 1901. 1 vol. in-16 de 424 pages, avec figures, cartonné..... 5 fr.

L'industrie et l'enseignement chimiques en France et à l'étranger, les produits de la grande industrie chimique: les fabriques et les perfectionnements récents, les produits chimiques et pharmaceutiques, les fabriques de produits nouveaux ou spéciaux, les matières colorantes artificielles, les matières premières pour la parfumerie.

Précis de Chimie industrielle, *Notation atomique*, par P. GUICHARD, 1894, 1 vol. in-16 de 471 pages, avec 68 figures, cartonné..... 5 fr.

M. Guichard a adopté la notation atomique et a indiqué les noms des corps d'après les principes de la nomenclature chimique internationale. Il s'est attaché extrêmement aux applications pratiques, notamment à la fin de l'Chimie minérale et organique, il a placé en vedette les différents éléments, ou leurs dérivés, se trouvant actuellement dans l'industrie chimique, et se trouvant sur les produits industriels.

Cours de Marchandises, *Les Matières premières, commerciales et industrielles*, par GIBAULT, professeur à l'École pratique de commerce et d'industrie de Nancy. 1900. 1 vol. in-16 de 412 pages, avec 246 figures, cartonné..... 6 fr.

Tous les produits usuels, classés par ordre de vue de leur origine, de leur extraction, de leurs qualités, de leurs variétés.

Matières premières végétales, animales et minérales, produits de la chimie, matières colorantes, textiles, papier, matières premières.

L'Industrie agricole, par F. CONVERT, professeur à l'Institut agronomique. 1901. 1 vol. in-16 de 443 pages, cart.. 5 fr.

Climat, sol, population de la France.

Les céréales et la pomme de terre. — Le blé. — Pays importateurs. — Législation. — La farine, le pain, le son. — Le seigle, l'avoine, l'orge, le maïs. — Le riz, le sorgho, les légumineuses alimentaires.

Les plantes industrielles. — Les betteraves à sucre et l'industrie de la sucrerie. — La betterave de distillation et l'alcool. — Les plantes oléagineuses et textiles. — Le houblon, la chicorée à café, le tabac. — La viticulture. — Les vins étrangers, les vins de raisins secs. — L'olivier.

Le bétail et ses produits. — Les espèces chevaline, bovine, ovine, porcine. — Le lait, le beurre et le fromage. — La viande de boucherie. — Le commerce extérieur du bétail. — La laine et la soie. — La production agricole de la France.

Précis de Chimie agricole, par Edouard GAIN, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Nancy, 1895, 1 vol. in-16 de 436 pages, avec 93 figures, cartonné ..... 5 fr.

Après avoir étudié le principe général de la nutrition des végétaux, l'auteur trace rapidement l'historique des différentes doctrines relatives à l'alimentation des plantes. Abordant ensuite la physiologie générale de la nutrition, il passe en revue les rapports de la plante avec le sol et l'atmosphère, les fonctions de nutrition, le chimisme dynamique et le développement des végétaux. La deuxième partie traite de la composition chimique des plantes. La troisième est consacrée à la fertilisation du sol par les engrais et les amendements. La quatrième comprend la chimie des produits agricoles.

Analyse et Essais des Matières agricoles, par A. VIVIER, directeur de la Station agronomique et du Laboratoire départemental de Melun. 1897, 1 vol. in-16 de 470 pages, avec 66 figures, cartonné ..... 5 fr.

L'auteur indique les méthodes générales de séparation et de dosage des éléments les plus importants dans les engrais, dans les sols et dans les plantes.

Il étudie l'analyse des engrais et des amendements, et à propos des engrais commerciaux, des exigences des plantes, ainsi que des conditions d'emploi des engrais dans les différents sols et pour les différentes cultures. Vient ensuite l'analyse du sol et celle des roches. L'analyse des eaux, les méthodes générales applicables à l'analyse des matières végétales et animales. Enfin, M. Vivier indique l'application de ces méthodes aux vos particuliers, fourrages, matières premières végétales des industries agricoles, produits et sous-produits de ces industries, etc.

Le Pain et la Panification, *chimie et technologie de la boulangerie et de la meunerie*, par L. BOUTROUX, professeur de chimie à la Faculté des Sciences de Besançon, 1897, 1 vol. in-16 de 458 pages, avec 57 figures, cartonné ..... 5 fr.

Dans une première partie, M. Boutroux étudie la farine. La seconde partie est consacrée à la transformation de la farine en pain. Étude théorique de la fermentation panaire, opérations pratiques de la panification usuelle, procédés de panification employés en France ou à l'étranger. Composition chimique du pain et opérations par lesquelles le chimiste peut en apprécier la qualité ou y déceler les fraudes. Au point de vue de l'hygiène, valeur nutritive du pain en général et des diverses sortes de pain.

Le Tabac, culture et industrie, par Émile BOUANT, agrégé des Sciences physiques. 1901, 1 vol. in-16, 347 pages, avec 104 figures, cartonné ..... 5 fr.

Historique. — Culture. — Technologie. — Matières premières. — Fabrication des sous-feuilles. — Cigarettes. — Cigares. — De la poudre. — Des tabacs à mâcher. — Souvenirs politiques et brutaux.

CHIMIE MINÉRALE — CÉRAMIQUE

Les Produits chimiques employés en médecine, *chimie analytique et fabrication industrielle*, par A. THILLAT, Introduction par P. SCHUTZENBERGER, de l'Institut. 1898, 1 vol. in-16 de 410 pages, avec 67 figures, cartonné ..... 5 fr.

Quatre chapitres sont consacrés à la classification des *antiseptiques*, à leur constitution chimique, à leurs procédés de préparation et à la détermination de la valeur d'un produit antiseptique. Vient ensuite une classification rationnelle des produits antiseptiques de la série grasse et de la série aromatique. Pour chaque substance on trouve : la constitution chimique, les procédés de préparation, les propriétés physiques, chimiques physiologiques et la forme sous laquelle elle est employée.

Le Pétrole, exploitation, raffinage, éclairage, chauffage, force motrice, par A. RICHE, directeur des essais à la Monnaie et G. HALPHEN, chimiste du Ministère du commerce. 1898, 1 vol. in-16 de 441 pages, avec 114 figures, cartonné ..... 6 fr.

Considérations générales d'extraction et de raffinage, procédés suivis en Amérique, en Russie, en France et en Angleterre, pour la séparation et la purification des essences, huiles lourdes, huiles minérales, paraffines et vaselines.

Applications : éclairage et chauffage ; production d'énergie mécanique ; lubrification. Qualités des différentes huiles et méthodes d'essai.

Verres et Émaux, par L. COFFIGNAL, ingénieur des arts et manufactures. 1 vol. in-16 de 332 pages, avec 170 figures, cartonné ..... 6 fr.

La première partie du livre de M. Coffignal est consacrée aux *Verres*. Composition, propriétés physiques et chimiques et analyse des verres, des fours de fusion, produits réfractaires et préparation des pâtes, procédés de façonnage du verre, produits minéraux et compositions vitrifiables : verres solubles, verres de Bohême, vitrail, verres d'optique, fabrication du verre.

La deuxième partie est consacrée aux *émaux et glaçures*. Composition, matières premières et préparation des glaçures, fabrication et pose des glaçures, emploi des émaux.

Technologie de la Céramique, par E.-S. AUSCHER, ingénieur des arts et manufactures. 1901, 1 vol. in-16, avec 90 figures, cartonné ..... 5 fr.

Classification des poteries. — Argiles, feldspaths, kaolins, quartz, craie, sables et cryptocrist, minerais métalliques, préparation des pâtes, façonnage des pièces, préparation des couvertes et émaux, séchage, séchage et cuisson, accessoires, enfournement, fours mixtes, fours. — à moufles, — à gazogènes, moufles, fours d'essais, décoration des poteries, décors de grand feu et au feu de moufle, vitraux céramiques.

Les Industries céramiques, par E.-S. AUSCHER. 1901, 1 vol. in-16, avec 53 figures, cartonné ..... 5 fr.

Histoire de la céramique. — Poteries non vernissées poreuses. — Terres cuites. — Briques. — Tuiles. — Tuyaux. — Terres. — Cuvettes. — Alcarazas. — Pots à fleurs. — Pipes en terre. — Filtres. — Carreaux. — Poteries vernissées à pâte poreuse. — Faïences inglaises. — Faïences stannifères. — Majoliques. — Faïences à vernis transparents. — Ouvertes. — Faïences fines. — Poteries vernissées à pâte non poreuse. — Porcelaines. — Porcelaines dures. — Porcelaines de Sèvres. — Porcelaines modernes. — Porcelaines orientales. — Porcelaines tendres. — Poteries non vernissées à pâte non poreuse. — Bucchero.

La Bière et l'Industrie de la Brasserie,

par Paul PETIT, professeur à la Faculté des Sciences, directeur de l'École de brasserie de Nancy, 1895, 1 vol. in-16 de 420 pages, avec 74 figures, cartonné..... 5 fr.

Matières premières : Malting. — Rôle de l'eau, du houblon, de la pati — Brassage. Cuisson et houblonnage, refroidissement et oxygénation des moûts. — Fermentation. Maladies de la bière. — Contrôle de fabrication. — Conservation et valeur alimentaire de la bière. — Installation d'une brasserie. — Enseignement technique.

Chimie du Distillateur, *matières premières et produits de fabrication*,

par P. GUICHARD, ancien chimiste de distillerie, 1895, 1 vol. in-16 de 406 pages, avec 75 figures, cartonné..... 5 fr.

Ce volume a pour objet l'étude chimique des matières premières et des produits de fabrication de la distillerie. M. Guichard étudie successivement les éléments chimiques de la distillerie, leur composition et leur rôle industriel.

Microbiologie du Distillateur, *ferments et fermentations*,

par P. GUICHARD, 1895, 1 vol. in-16, de 403 pages, avec 106 figures et 28 tableaux, cartonné..... 5 fr.

Historique des fermentations; matières albuminoïdes; ferments solubles, diastases, zymases ou enzymes; ferments figurés et levures; fermentations; composition et analyse industrielle des matières fermentées, malt, moûts, décoctés, etc. Tableaux de la force acide, des densités, du pouvoir réel d'alcool pur, des richesses saccharines, etc.

L'Industrie de la Distillation, *levures et alcools*,

par P. GUICHARD, 1897, 1 vol. in-16 de 419 pages, avec 138 figures, cartonné..... 5 fr.

Fabrication des liquides sucrés par la malt et par les acides. — Fermentation des graines, pommes de terre, mélasses, etc. — Industrie de la levure de brasserie, de distillerie et levure pure. — Fabrication de l'alcool : grains, pommes de terre, mélasses. — Distillation et purification de l'alcool. — Applications : levures, alcools, vinaigre.

Travail pratique journalier à la tête de laboratoire d'une fabrique de levure, M. Guichard a en apprécier les besoins de cette grande industrie, et le soutien qu'il puisse apporter à y donner satisfaction, en revenant à la portée des industriels, sous une forme simple, quelques conseils, les travaux les plus récents des savants français et étrangers.

Le Sucre et l'Industrie sucrière,

par Paul HORSIN-DÉON, ingénieur-chimiste, 1895, 1 vol. in-16 de 470 pages, avec 11 figures, cartonné..... 5 fr.

Ce livre passe en revue tout le travail de la sucrerie, tant au point de vue pratique de l'usine, qu'au point de vue personnel chimique de laboratoire; c'est en somme un ouvrage sur plus récente particulièrement.

La betterave et sa culture. — Travail de la betterave et extraction du jus par pression et par diffusion; travail du jus, des écumes et des jus troubles; évaporation; évaporateurs à effets multiples. — Turbines. — Extraction du sucre de la mélasse. — Analyses. — Sucre de canne et saccharose. — Glucose, dextrose et sucre interverti. — Analyse de la betterave, des jus, des écumes, des sucres, des mélasses, etc. — La canne à sucre, culture et fabrication. — Raffinage des sucres.

Savons et Bougies, par JULIEN LEFÈVRE, agrégé des sciences physiques, professeur à l'École des sciences de Nantes, 1894, 1 vol. in-16 de 424 pages, avec 116 figures, cartonné ..... 8 fr.

M. Lefèvre expose d'abord les notions générales sur les corps gras neutres.

Il traite ensuite de la saponification et décrit les matières premières, les procédés de fabrication, les falsifications et les moyens d'essai. La seconde partie comprend la fabrication des chandelles, fabrication des bougies stéariques, fabrication des bougies solaires, cérines, cérolines, stéarines bougies, etc.). Extraction de la glycérine.

Dans les deux industries, l'auteur a tout appliqué à faire connaître les méthodes et les appareils les plus récents et les plus perfectionnés.

Couleurs et Vernis, par G. HALPHEN, chimiste au Ministère du commerce, 1894, 1 vol. in-16 de 248 pages, avec 19 figures, cartonné ..... 6 fr.

Ce livre présente l'ensemble des connaissances générales relatives à la fabrication des couleurs et vernis, tant au point de vue technique que dans leurs rapports avec l'art, l'industrie et l'hygiène.

On trouvera réunis dans ce volume tous les renseignements qui peuvent guider l'ouvrier ou l'artiste dans le choix des substances qu'il veut employer ou le fabricant dans ses manipulations qu'il exécute leur préparation. Il a été suivi une marche uniforme à propos de chaque couleur : la synonymie, la composition chimique, la fabrication, les propriétés et les usages. L'auteur a pu rencontrer auprès des industriels un grand nombre de renseignements pratiques sur les procédés les plus employés.

Les Parfums artificiels, par EDM. CHARABOT, chimiste industriel, professeur d'analyse chimique à l'École commerciale de Paris, 1899, 1 vol. in-16 de 300 pages, avec 75 figures, cartonné 5 fr.

Les parfums synthétiques qui, incontestablement, présentent le plus d'intérêt au point de vue de leurs applications sont : le terpinéol, la vanilline, l'héliotropine, l'ionone, le musc artificiel. Ce sont eux qui ont droit au plus grand développement.

Après avoir l'auteur étudie en outre plusieurs principes naturels à composition définie (menthol, bornéol, safrol) qui servent de matières premières pour la préparation de substances odorantes.

Ce livre rendra services aux chimistes, aux industriels, aux experts.

Cuirs et Peaux, par H. VOINESSON DE LAVELINES, chimiste au Laboratoire municipal, 1894, 1 vol. in-16 de 452 pages, avec 48 figures, cartonné ..... 5 fr.

M. Voinesson de Lavelines passe d'abord en revue les peaux employées dans l'industrie des cuirs et peaux, puis les produits chimiques utiles en bougnerie et mégisserie, les réactifs, tanques et les matières tinctoriales pour les peaux et les parfumeries. Vient ensuite la préparation des peaux, jouées pour cuirs forts, la tannage des cuirs forts et la fabrication des cuirs vernis. Les chapitres suivants sont consacrés à l'industrie du corroyeur, qui donne aux peaux les qualités spéciales nécessaires suivant les prétentions qui les emploient : cordonnerie, bourrellerie, sellerie, harnachement, reliure, etc. L'art de tenir les cuirs, est décrit avec complaisance. Viennent ensuite la bougrerie, la mégisserie, la chamoiserie et la hoffmerie. L'ouvrage se termine par la maroquinerie, l'imprimerie et la teinture sur cuir, la parcheminerie et la gainerie.

L'industrie et le Commerce des Tissus, en France et dans les différents pays, par G. JOULIN, chimiste au Laboratoire municipal, 1895, 1 vol. in-16 de 316 pages, avec 16 fig., cartonné ..... 5 fr.

Après avoir décrit les opérations préliminaires du filage et les opérations spéciales pour fibres façonnées, M. Joulin consacre des chapitres distincts au coton (filature et tissage de coton), tissus unis, unisolés, façonnés, velours, bonneterie, soie (à un fil, au pelé, au décreuvé, à la ramie, et à la laine (filature, travail de la laine à cardes et à peignes, draperie, rayé, flanelles, étoffes, lastage, mérinos, velours, peluche, lastic, [illegible], réjouissi, etc.).

L'Eau dans l'Industrie, par P. GUICHARD, 1891, 1 vol. in-16 de 317 pages, avec 30 figures, cartonné..... 5 fr.

M. Guichard s'occupe d'abord de l'analyse chimique, microscopique et bactériologique de l'eau, puis de la purification des eaux naturelles, par les procédés physiques ou chimiques. Il passe en revue les différentes sortes d'eaux impropres, puis il étudie la détection et l'emploi de la glace, et l'emploi de l'eau à l'état liquide dans les industries métallurgiques, dans la teinturerie, la tannerie, les industries chimiques, etc. Il traite ensuite des eaux résiduaires et de leur purification.

L'Eau potable, par F. COHEN, directeur du laboratoire municipal de Toulon, 1896, 1 vol. in-16 de 359 pages, avec 126 figures, cartonné..... 5 fr.

Éléments et caractères de l'eau potable. Analyse minérale, prise d'échantillon, analyse qualitative et quantitative. Examen microscopique. Analyse bactériologique. Amélioration et stérilisation des eaux.

Les Eaux d'Alimentation, épuration, filtration, stérilisation, par Ch. GUIGNOUNET, pharmacien en chef de l'hôpital de la Charité, 1894, 1 vol. in-16 de 410 pages, avec 57 fig., cart. 6 fr.

I. *Filtration centrale* : Calcaire filtrant, filtres à sable, puits Latour, procédés intermittents. — II. *Filtration domestique* : *Épuration par les réactifs chimiques, filtres domestiques, Antiseptes et stérilisations des filtres* (Réservoir Soxhlet, Expériences de M. Commandeur, stérilisation des bougies filtrantes). — III. *Stérilisation par la chaleur*. *Action de la chaleur, appareils stérilisateurs.*

L'Industrie du Blanchissage et les blanchisseries, par A. BAILLY, 1895, 1 vol. in-16 de 386 p., avec 106 fig., cart. 5 fr.

Ce livre est divisé en trois parties : *1° le blanchissement des tissus neufs, des fils et des cotons ; 2° le blanchissage domestique du linge dans les familles ; 3° le blanchissage industriel.* L'ouvrage débute par une étude des matières premières employées dans cette industrie. A ce titre sont groupés les renseignements sur les installations et exploitations rurales des usines de blanchissage ; on y trouvera décrits : *le lessivage et le blanchissement des tissus publics ; les blanchisseries industrielles du linge des hôpitaux, des restaurants, des cafés à voyageurs, des établissements civils et militaires ; la manière d'établir la comptabilité du linge à blanchir ; les relations entre la direction, les ouvriers, leur personnel et leur clientèle.*

L'industrie de la Soude, par G. HALPHEN, 1894, 1 vol. in-16 de 308 pages, avec 61 figures, cartonné..... 5 fr.

Cet ouvrage renferme : 1° L'exposé des propriétés et des modes d'extraction des matières premières ; 2° L'étude des systèmes utilisés de fabrication de la soude ; 3° La revue détaillée des procédés actuellement en usage dans les industries, en ce qui concerne les études spéciales de la fabrication du sulfate de soude, de la carbonatation au moyen d'acide chlorhydrique, de la décarbonatation au moyen du chlore dans le procédé à l'ammoniaque, du rôle du soufre dans les marais ou chambres de soude latines ; 4° Les questions relatives à la fabrication de la soude caustique ; 5° Les principes généraux de la fabrication de la soude par la pyrite et les pyrites-dosées.

MÉTALLURGIE

L'Or, propriétés physiques et chimiques, gisements, extraction, applications, dosage, par L. WEILL, ingénieur des mines. Introduction par U. LE VERRIER, professeur de métallurgie au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'École des mines, 1890, 1 vol. in-16 de 420 pages, avec 67 figures, cartonné..... 5 fr.

Propriétés physiques et chimiques ; dosage. Géologie : minerais, gisements. Métallurgie : voie sèche, amalgamation et cyanuration. Elaboration : alliages, frappe des monnaies. Orfèvrerie : argenture. Rôle économique : commerce, statistique, avenir.

L'Argent, géologie, métallurgie, rôle économiques, par Louis DE LAUNAY, professeur à l'École des mines, 1896, 1 vol. in-16 de 382 pages, avec 80 figures, cartonné..... 5 fr.

Propriétés physiques et chimiques. — Gisements : Gisements filoniens ; Gisements sédimentaires. — Minerais auxiliaires. — Extraction. — Applications. — Orfèvrerie. — Médailles. — Monnaies. — Dosage. — Essai des minerais. — Essai des alliages.

Le Cuivre, par PAUL WEISS, 1893, 1 vol. in-16 de 344 pages, avec 86 figures, cartonné..... 5 fr.

M. P. Weiss résume en un volume partiel toutes les données actuelles sur les gisements, la métallurgie et les applications du cuivre.

Dans une première partie, M. Weiss passe en revue l'origine, les gisements, les propriétés et les usages du cuivre. Dans la deuxième partie, il passe en revue le grillage des minerais, la fabrication de la matte brunie, la transformation de la matte brunie en cuivre noir, l'affinage du cuivre brut et le traitement des minerais de cuivre par la voie humide.

La troisième partie traite des applications du cuivre, de son marché, de son cuivrage, de la fabrication et de l'emploi des plaques de cuivre (chaudronnerie, etc.), de l'emploi du cuivre en électricité (fil électrique, etc.), de la fonderie du cuivre et de ses alliages, tels des bronzes et laitons.

L'Aluminium, par A. LEJEAL. Introduction par U. LE VERRIER, professeur à l'École des mines, 1894, 1 vol. in-16 de 357 pages, avec 36 figures, cartonné..... 5 fr.

Le volume débute par un exposé théorique et économique. Vient ensuite l'étude des propriétés physiques et chimiques de l'aluminium et de ses sels, l'étude des minerais et de la fabrication des produits aluminiques. Les chapitres suivants sont consacrés à la métallurgie (procédés chimiques, électrothermiques et électrolytiques), aux alliages, aux emplois de l'aluminium, à l'analyse et à l'essai des produits aluminiques, enfin au coût de travail et aux marges de l'aluminium.

Le volume se termine par l'histoire des autres métaux : berrum et aluminothermie, manganèse, berrum et aluminium, sélénium et magnésium.

Les Minéraux utiles et l'Exploitation des Mines, par KNAB, répétiteur à l'École centrale, 1894, 1 vol. in-16 de 392 pages, avec 76 figures, cartonné..... 5 fr.

Dans une première partie, *Gîtes des minéraux utiles*, M. Knab expose les faits géologiques qui intéressent à la connaissance du gisement des minéraux. Il décrit les gîtes minéraux, les concentrations minérales, le sol français, les minerais, les mines de la France et les colonies et expose les principes qui doivent guider pour la reconnaissance des mines.

La seconde partie, *Exploitation des minéraux utiles*, traite de l'étude de la mine (recherche, sondage, mise en communication, exploitation), et des travaux de toute nature effectués dans le sein de la terre (abattage, extraction). L'*Industrie* le *dégagement des minerais*, les *accidents des mines* (incendies, coups de feu, éboulements, etc.) et les *mines de houille* sont traités dans un chapitre spécial. Enfin, sous le titre de *Préparation mécanique des minerais*, l'auteur fait les concassages, le broyage et le triage des minerais, en vue de les livrer au commerce dans un état utile, conforme aux conditions à subir.

Précis de Physique industrielle, par H. PÉCHEUX, professeur à l'École pratique de commerce et d'industrie de Limoges. Introduction par M. Paul JACQUEMART, inspecteur général de l'enseignement technique, 1899, 1 vol. in-16 de 470 pages, avec 646 figures, cartonné ..... 6 fr.

Le livre de M. Pécheux, répondant exactement au programme de physique des Écoles pratiques de commerce et d'industrie, est apprêté à rendre d'utiles services aux élèves des Écoles pratiques et à tous les jeunes gens qui se destinent à l'industrie et qui doivent se familiariser avec les grands phénomènes physiques qu'ils sont appelés à rencontrer, dans leur ateliers, en même temps qu'à toute une catégorie de jeunes gens non dans l'impossibilité de suivre leur enseignement.

Traité d'Électricité industrielle, par H. BUSQUET, professeur à l'École industrielle de Lyon, 1900, 2 vol. in-16 de 500 pages chacun, avec 500 figures, cartonné ..... 12 fr.

Il n'existait pas encore un véritable livre d'initiation qui permît d'aborder les questions d'électricité industrielle sans avoir fait au préalable des études spéciales. C'est cette lacune que l'auteur s'est proposé de combler, voulant exposer simplement et sans le secours des hautes mathématiques les phénomènes électriques, sous cette réserve toutefois des principes exacts qui servent de base à l'électricité industrielle.

Le Monteur électricien, par E. BARNI, ingénieur-électricien et A. MONTPELLIER, rédacteur en chef de *l'Électricien*, 1900, 1 vol. in-16 de 500 pages, avec 120 figures, cartonné ..... 8 fr.

Dynamos. — Lampes à arc et à incandescence. — Appareils auxiliaires. — Lignes aériennes et souterraines. — Installations intérieures. — Calculs et essais des machines. — Accumulateurs. — Courant alternatif et courants polyphasés. — Distribution de l'énergie électrique. — Mesures.

La Galvanoplastie, *le nickelage, l'argenture, la dorure, l'électrométallurgie et les applications chimiques de l'électrolyse*, par E. BOUANT, agrégé des sciences physiques, 1894, 1 vol. in-16 de 400 pages, avec 59 figures, cartonné ..... 5 fr.

I. *Notions générales sur l'électrolyse*: Théorie pratique de mesure. Sources d'électricité employées dans les opérations électrolytiques. Piles, accumulateurs, machines électrostatiques. — II. *Galvanoplastie*: Montage, disposition des bains, formation du dépôt électrolytique. — III. *Électrochimie*: Décapage, nettoyage, argenture, dorure, métal et divers métaux, extraction et recomposition par les dépôts métalliques. — IV. *Électrométallurgie*. — V. Applications chimiques de l'électrolyse: Épuration des eaux, chlorures, blanchiment, fabrication de sulfure, tannage, préparation de l'azotate, etc.

La Traction mécanique et les Voitures automobiles, par G. LEBOUX et A. BEVEL, ingénieurs de service de la traction mécanique à la Compagnie générale des Omnibus, 1900, 1 vol. in-16 de 394 pages, avec 108 figures, cartonné ..... 5 fr.

Les auteurs ont tâché consacrer un chapitre spécial à l'exposé des organes qui sont communs à tous les systèmes. Puis ils passent en revue les tramways à vapeur, à air comprimé et à gaz, les tramways électriques et les tramways souterrains. Les locomotives diverses sont suivies des voitures automobiles, voitures à vapeur, moteurs à essence de pétrole et voitures électriques, et à la description des grandes types d'automobiles.

Chaux et Ciments, par T. LEDUC, directeur technique du laboratoire de contrôle des usines et des essais des chaux et ciments du service du génie militaire. 1902, 1 vol. in-16 de 350 pages, avec figures, cartonné..... 5 fr.

L'Industrie des Matières colorantes, par J. DUPONT, professeur à l'Institut commercial, chargé de conférences technologiques à l'École de physique et de chimie industrielles. Préface par Ch. LAUTH, directeur de l'École de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris. 1902, 1 vol. in-16 de 384 pages, avec 31 figures, cartonné..... 5 fr.

Matières colorantes naturelles : Bois de teinture, préparation des extraits. Autres matières végétales : indigo, pastel, garance, gaude, rocou, carthame, ouzeille, etc. Matières colorantes animales.

Matières colorantes artificielles. Le goudron de houille, traitement, examen des matières premières, produits intermédiaires. Matières diverses : dérivés nitrés, azoïques. Colorants azoïques, hydrazoïques, pétrosés. Dérivés de l'anthracène, du diphénylméthane et du triphénylméthane, de la quinone-imide, etc.

Applications des matières colorantes : les fibres textiles, teinture directe, application sur mordants, formation de la couleur sur la fibre.

La Machine à vapeur, par A. WITZ, docteur ès sciences, ingénieur des arts et manufactures. 2e *édition* entièrement refondue, 1902, 1 vol. in-16 de 350 p., avec 100 fig., cartonné. 5 fr.

Théorie générique et expérimentale de la machine à vapeur. Détermination de la puissance des machines. Classification des machines à vapeur. Distribution par tiroir et à déclic. Organes de la machine à vapeur. Types de machines, machines à grande vitesse, horizontales et verticales. Machines locomobiles demi-fixes et servo-moteurs, machines composées, machines rotatives et turbo-moteurs.

Les Chemins de fer, par A. SCHŒLLER, ingénieur des arts et manufactures, inspecteur de l'exploitation du chemin de fer du Nord. 2e *édition*, 1902, 1 vol. in-16 de 384 pages, avec 96 figures, cartonné..... 5 fr.

Construction, exploitation, traction. La voie, les gares, les signaux, les appareils de sécurité, la marche des trains, la locomotive, les véhicules, les chemins de fer métropolitains, — de montagne, — à voie étroite. Les tramways et les chemins de fer électriques.

L'Acétylène, par J. LEFÈVRE, professeur à l'École des sciences de Nantes. 1907, 1 vol. in-16 de 400 pages, avec figures, cartonné..... 5 fr.

La carbure de calcium, préparation et fabrication industrielle, propriétés, rendement. Préparation de l'acétylène. Générateurs divers. Acétylène liquide, dissous. Impuretés et purification. Propriétés chimiques. Éclairage : brûleurs, lampes, etc. Chauffage et force motrice. Applications chimiques. Inconvénients : toxicité, explosivité. Règlements.

Librairie J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, 19, rue Hautefeuille, PARIS

PRÉCIS
DE
Physique Industrielle

Par H. PÉCHEUX

PROFESSEUR A L'ÉCOLE PRATIQUE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE LIMOGES

AVEC UNE PRÉFACE

de M. Paul JACQUEMART, Inspecteur général de l'Enseignement technique.

1899. 1 volume in-18 de 570 pages, avec 484 figures, cartonné 1 fr.

M. Pécheux vient de publier un ouvrage qui répond à ce besoin nouveau de l'enseignement créé pour donner à la nouvelle génération des notions industrielles, de jour en jour plus indispensables.

C'est la reproduction du cours professé par l'auteur à l'École pratique du commerce et d'industrie de Limoges. Son objet est d'ailleurs nettement exposé dans la préface, écrite par M. Jacquemart, inspecteur général de l'enseignement technique.

L'ouvrage est divisé en deux parties. Dans la première l'auteur expose, en se servant exclusivement de la méthode expérimentale, les connaissances fondamentales des diverses branches de la physique. Dans la seconde, plus développée, il traite des grandes applications industrielles de la physique.

L'électricité occupe la plus grande partie du livre (400 pages environ sur 590). Les notions élémentaires de la science électrique, exposées dans la première partie, sont groupées de manière à permettre de comprendre aisément l'électricité appliquée, étudiée dans la seconde partie. Ces notions nous ont paru présentées sous une forme suffisamment élémentaire et avec assez de clarté pour pouvoir être comprises des lecteurs auxquels elles s'adressent. Quant aux applications de l'électricité, dont l'exposé est précédé d'une description des principaux moteurs thermiques et hydrauliques employés dans l'industrie, elles occupent dans le livre une place en rapport avec leur développement actuel.

En somme, cet ouvrage constitue une excellente préparation à l'entrée dans l'industrie des jeunes gens ayant une bonne instruction primaire.

Ce volume fait partie de l'*Encyclopédie industrielle*, dans laquelle M. Guichard a précédemment publié un *Précis de chimie industrielle* (5 fr.) répondant aux mêmes besoins.

Précis de Chimie industrielle, *notation atomique*, par P. Guichard. 1894, 1 vol. in-18 jésus de 422 pages, avec 88 figures, cartonné..... 6 fr.

Librairie J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, 19, rue Hautefeuille, PARIS

Traité d'Électricité Industrielle

Par R. BUSQUET
Professeur à l'École industrielle de Lyon

1900, 3 vol. in-16 de 1 032 pages, illustrés de 562 fig., cart. 12 fr.

Les ouvrages techniques sur l'électricité ne manquent pas, mais ils s'adressent, en général, à des personnes ayant des connaissances mathématiques relativement élevées, ou possédant des notions étendues sur la science électrique.

Il n'existait pas encore un véritable livre d'initiation, qui permît à tout homme intelligent et désireux de s'instruire, d'aborder directement les questions d'électricité industrielle, sans avoir fait, au préalable, des études spéciales. C'est cette lacune que M. Busquet s'est proposé de combler en exposant simplement et sans le secours des hautes mathématiques, les phénomènes électriques et les lois qui les régissent, avec d'un sacrifice toutefois des principes exacts qui servent de base à l'électricité industrielle.

Toutefois, s'il exclut de son exposé les théories mathématiques transcendantes, il ne prétend pas supprimer ni négliger les résultats numériques et les calculs simples qui permettent de les établir, dans le domaine de la pratique; seulement, il les met à part, de manière à dégager entièrement l'enseignement théorique de toute complication de chiffres ou d'opérations, et il ne met d'ailleurs à contribution dans ses calculs que les opérations ordinaires de l'arithmétique ou de la géométrie.

De là, deux parties bien distinctes dans l'ouvrage : l'une, constituant l'exposé théorique de l'électricité industrielle, s'adresse à tous ceux qui veulent simplement s'initier à l'étude de cette science, se familiariser avec ses multiples applications; l'autre, imprimée en petits caractères, contient les formules simples et les applications numériques, que tout praticien est appelé à connaître et à utiliser.

Voici un aperçu des matières traitées :

I. *Notions primordiales. — Le courant électrique. — Magnétisme. — Aimantation et Induction. — Induction électro-magnétique. — Les Dynamos. — Les Dynamos à courant continu. — Fonctionnement des Dynamos. — Description des divers types de dynamos à courant continu. — Les courants alternatifs. — Dynamos à courants alternatifs. — Divers types d'alternateurs.*

II. *Distribution des courants électriques. — Transmission électrique de l'énergie. Moteurs. — Applications mécaniques de l'énergie électrique. — Éclairage électrique. — Électrochimie. — Canalisations. Appareils de mesure. Conduite des dynamos. — Télégraphie et Téléphonie.*

Ce nouveau traité donnera donc pleine satisfaction aux nombreuses personnes qui, sans appartenir au monde technique ou scientifique, sont le logiciel désir de se mettre au courant de l'électricité moderne; en même qu'il semble de réconcilier aux électriciens amateurs ou professionnels, qui trouveront dans la partie spéciale tous les renseignements techniques et pratiques dont ils auront besoin dans les applications de l'énergie électrique.

3 2044 102 822 640